Beiträge
zur Stratigraphie des Lias-Gamma
im mittleren Württemberg

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der Philipps-Universität

zu Marburg

vorgelegt von

Erich Rapp

aus Stuttgart.

Marburg 1931.

Buchdruckerei Fr. Späth, Waiblingen-Stuttgart

Als Dissertation angenommen am: 29. Juli 1931.
Berichterstatter: Herr Prof. Dr. Wedekind
Tag der mündlichen Prüfung: 29. Juli 1931.
Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Eingereicht am 17. Juni 1931.

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Inhalt.

Einleitung 5
Der bisherige Stand der Gliederung des Lias-Gamma 5
Die Leithorizonte des Lias-Gamma 6
Die Ammoniten des Lias-Gamma 8
Die Belemniten des Lias-Gamma 15
Die Systematik der Belemniten 17
Belemnites paxillosus I. Reihe 22
Belemnites paxillosus II. Reihe 22
Belemnites clavatus 23
Belemnites clavatus I. Reihe (= Reihe III) 23
Belemnites clavatus II. Reihe (= Reihe IV) 25
Schlußkapitel 26
Die Beschreibung der Leithorizonte 27
Unterer Lias-Gamma 28
Mittlerer Lias-Gamma 34
Die Region des Deroceras Davoei 41
Palaeogeographie 45
Anhang. (Die Fleckenkalke des Lias-Gamma) 46
Profile des Lias-Gamma 49
Literaturverzeichnis 63

Einleitung.

Bei einer Wanderung durch die ausgedehnten Liasflächen ist zu beobachten, daß kahle Halden und sanft geböschte Höhenrücken, deren Gestein von Sonne und Regen gebleicht ist, die Stellen des Lias-Gamma kennzeichnen. Öfters sind diese Stellen dem Sammler und Geologen noch dadurch leichter zugänglich, daß ihm die Industrie durch künstliche Aufschlüsse den ganzen Aufbau dieser Gesteinsserie vor Augen führt. In diesen Aufschlüssen offenbart sich ein kompakter, plumper Felsen von blauer Farbe, durchzogen von den gelben bis rotbraunen Bändern der Kalkbänke. Auf dem graublauen Block sitzt eine Kappe von gelb bis gelbbrauner Farbe, bestehend aus vier bis fünf Mergelkalkbänken, zwischen denen Kalkmergel eingelagert sind. Das Verhältnis „harte Bank und weiche Mergel" ist in der oberen Abteilung schon äußerlich sehr gut zu erkennen und wiederholt sich überall fast in der gleichen Weise. Ausgehend von dieser Tatsache fragt es sich nun: Ist ein solches Verhältnis trotz der äußeren kompakten Masse auch innerhalb des übrigen Teiles des Lias-Gamma festzustellen?

Der bisherige Stand der Gliederung des Lias-Gamma.

Seit Quenstedts klassischem Werk „Der Jura" ist über die Schichtenfolge des Jura und speziell des Lias schon so Vieles geschrieben worden, daß es auf den ersten Blick überflüssig erscheinen mag, dem etwas beifügen zu wollen. Die Ansicht ändert sich jedoch bei eingehenderem Studium der Literatur. Die verschiedensten Einteilungen des Lias Gamma, um den es sich hier im Besonderen handeln wird, findet man verzeichnet. Je nach Veranlagung oder vielleicht aus praktischen Gründen wurden entweder die petrographischen Merkmale oder die Fossilführung der einzelnen Schichten mehr in den Vordergrund gerückt.

Bertsch gliedert z. B. den Lias Gamma in drei Unterabteilungen:

Oberer Lias-Gamma,
Mittlerer Lias-Gamma,
Unterer Lias-Gamma.

Leitend für Bertsch war die Tatsache, daß die Fossilien in Unter- und Ober-Gamma verkalkt, in der Mittel-Region aber verkiest sind. Oppel grenzt die Zonen innerhalb des Lias-Gamma nach Ammoniten ab, und zwar von unten nach oben in die Zonen des Liparo-

ceras Taylori, Dumortieria Jamesoni, Phylloceras ibex, Deroceras Davoei und ganz entsprechend Hennig (Geologie von Württemberg, pag. 161):

Ober-Gamma: Deroceras Davoei, Lytoceras lineatum, Aegoceras maculatum.

Mittel-Gamma: Ober: Phylloceras ibex, Liparoceras striatum, Cycloceras Valdani.

Unter: Dumortieria Jamesoni, natrix.

Unter-Gamma: Aegoc. Taylori = Spiriferinen-Bank.

Als allgemein übliche Untergrenze des Lias-Gamma gilt die Bank mit Spiriferina verrucosa. Diese leitet mit dem Vorherrschen der Brachiopoden, Cephalopoden und Belemniten (in höheren Lagen) eine neue Aera ein. Die Frage der Grenzführung des Lias-Gamma gegen -Delta hat schon viel Streit hervorgerufen. In neuerer Zeit scheint aber die Bank mit Deroceras Davoei — vielleicht zum Teil auch aus praktischen Gründen — als Abschluß des Lias-Gamma allgemein Gültigkeit gefunden zu haben. Dieser Frage soll am Schluß der vorliegenden Arbeit noch größere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Leithorizonte des Lias-Gamma.

Aus den Literaturangaben ist zu ersehen, daß die Horizontbeständigkeit gewisser Fossilien, bzw. ihr hauptsächlichstes Auftreten, die Gliederung des Lias-Gamma bestimmt. Die petrographische Ausbildung der einzelnen Horizonte wurde mehr oder weniger vernachlässigt oder vielleicht nur schwach angedeutet. Auf die petrographische Ausbildung der einzelnen Schichten einen größeren Wert zu legen, dürfte gerade im Lias-Gamma um so angebrachter erscheinen, als es schwer fallen wird, immer gut bestimmbare Bruchstücke von Ammoniten, geschweige denn ganze Petrefakten aus dem Anstehenden ans Tageslicht zu fördern. Selbst Quenstedt schreibt in seinem Werk „Die Ammoniten des schwäbischen Jura" (pag. 139): „... mit der Einreihung der zugehörigen Ammoniten hat es seine eigene Schwierigkeit, weil man an Ort und Stelle zu wenig findet." Mit den Petrefakten allein kommt man nicht zum Ziele. Es fragt sich daher, was für einen Weg hat man dann zu wählen, um in den Schichtstoß, der zum Teil einem plumpen Fels gleicht, Ordnung hineinzubringen?

Von einem Punkte ausgehend, an dem der ganze Schichtstoß möglichst gut aufgeschlossen ist, schreitet man vorwärts von Aufschluß zu Aufschluß und richtet dabei sein Augenmerk immer auf die Fauna und ihre Lage im Schichtverband. Durch eine solche an und für sich ganz einfache Arbeitsmethode und nachträgliches Auf-

zeichnen und Vergleichen der im Gelände erhaltenen Befunde gelang es noch, eine Anzahl auf größere Entfernungen durchhaltende Leithorizonte festzulegen. Für den Lias-Gamma ergab sich so das Normalprofil auf Tafel I. Zum Verständnis dieses Profiles ist es vielleicht von Vorteil, die bei der Profilaufnahme gebrauchten Gesteinsbezeichnungen kurz zu erläutern, bzw. mit den in der Literatur üblichen Bezeichnungen in Beziehung zu setzen. Zuerst wären die Fleckenkalkbänke zu erwähnen, die dem Lias-Gamma sein spezifisch eigenes Gepräge geben.

1. Unter Fleckenkalk versteht man dichte, in der Regel tonreiche, hellblaue bis graublaue Kalke, die durch unregelmäßig verteilte schwarze Flecken oder Röhren charakterisiert sind. In der älteren Literatur gebrauchte man für diese Art von Kalk gern die Bezeichnungsweise „Flammenkalk".

2. Kalkmergel: Das sind harte, in unverwittertem Zustand nur mit dem Hammer zu zerschlagende Mergel von meistens bläulicher Farbe. Charakteristischer Weise zerfallen sie beim Anschlagen mit einem Hammer in einzelne Lagen, die der Anschlagsrichtung parallel laufen.

3. Muschelbank oder Detrituskalk: Das ist ein dichter, toniger Kalk mit häufigen Fossilresten.

Das Normalprofil auf der Tafel I ist für den größten Teil des Untersuchungsgebietes maßgebend. Zu dem Normalprofil ist noch zu bemerken, daß die in der Zeichnung angegebene Mächtigkeit der einzelnen Kalkbänke und Mergelhorizonte dem Durchschnittswert der betreffenden Schichtlage entsprechen dürfte.

Die Gesamtmächtigkeit des Lias-Gamma beträgt in:

Balingen	9.20 m
Hechingen	9.60 m
Mössingen	11.70 m
Hinterweiler	11.60 m
Nürtingen	11.80 m
Kirchheim	10.50 m

Ich bin bei der Mächtigkeitsangabe des Lias-Gamma in Hechingen leider gezwungen, mich nur auf Literaturangaben zu stützen, da bei meiner Geländebegehung ein Messen der Schichten mangels Aufschlusses nicht möglich war.

Bei Betrachtung des Normalprofils fällt auf, daß sich die Gliederung der Schichten in erster Linie auf petrographische Kennzeichen stützt. Es ist ein rhythmischer Wechsel von Fleckenkalk bzw. Kalk und Kalkmergel. Der Wechsel in der Mächtigkeit von Kalk und Mergel wird bei einiger Übung uns niemals darüber im Unklaren lassen, in welchem Teil innerhalb des Schichtstoßes wir uns befinden; denn die Ausbildung und Mächtigkeit der betreffenden Kalkbänke, die Mächtigkeit der hangenden und liegenden Mergelhorizonte, die Fossilführung und nicht zuletzt die Farbtönung der Mergel-

zwischenlagen geben den betreffenden Horizonten ihr eigenes Gepräge. Ausdrücklich habe ich auf die Farbe hingewiesen, denn beim Betreten eines Bruches des Lias-Gamma fällt sofort die dunkelbläuliche Färbung unten und die hellgelbe bis braune Farbtönung oben auf (am typischsten in Nürtingen). Auf Grund dieser Tatsache könnte man versucht sein, den ganzen Lias-Gamma rein nach der Farbe in Unter- und Ober-Gamma zu gliedern. Die Grenze zwischen den beiden Farbtönen, somit auch zwischen Unter- und Ober-Gamma, ist nicht immer streng an einen Horizont gebunden, sondern sie schwankt, greift einmal etwas höher und einmal etwas tiefer. Aber das eine darf ausgesprochen werden, daß nur die Davoei-Region gelb bis gelbbraune Mergelzwischenlagen besitzt. Tatsächlich ist es schon auf diese Weise möglich, sich im Gelände zu orientieren.

Die Ammoniten des Lias-Gamma.

Die Schichtstufe des Lias-Gamma beherbergt Formen der verschiedensten Gattungen, z. B. Ammon. armatus nodogigas Qu., Oxynoticeras numismalis Qu., Liparoceras Taylori Sow., Uptonia Jamesoni Buckm., Platypleuroceras natrix Qu., Cycloceras Valdani d'Orb., Cycloceras Maugenesti d'Orb., Phylloceras ibex Qu., Deroceras Davoei d'Orb., Amaltheus margaritatus Montf.

Leider sind aber nur Bruchstücke von diesen Ammoniten zu finden, die zudem noch häufig schlecht erhalten sind. Dadurch wird die Bestimmung einzelner Ammoniten sehr erschwert, ja sie wird zuweilen geradezu unmöglich gemacht. Quenstedt schreibt in seinem Werk „Das Flözgebirge": „Können wir auf diesem petrefaktenreichen Boden auch nur weniges von dem Untergang retten, vieles gar nicht wiedererkennen, so liefert selbst das Wenige noch Ausbeute genug." Im Folgenden sollen jetzt die Merkmale und Abänderungen der einzelnen Ammonitenformen innerhalb des Lias-Gamma eine eingehendere Bearbeitung finden und gleichzeitig noch der Frage nähergetreten werden, ob zwischen den Ammoniten des Lias-Beta und denen des Lias-Gamma irgend eine Beziehung besteht.

In der Grenzbank zwischen Lias-Beta und Lias-Gamma und in den darüberfolgenden Mergeln findet sich Ammonites armatus nodogigas Qu., der zugleich einer der größten Ammoniten des Lias-Gamma ist. Er ist, im Gegensatz zum mittleren Lias-Gamma, in dem die meisten Formen verkiest sind, verkalkt, außerdem verdrückt und häufig nur in Bruchstücken aufzufinden. Es genügen aber bei dieser Form schon Bruchstücke, da auch diese bereits deutlich die charakteristischen Merkmale zeigen. Jeder Rippe entspricht ein rundlicher Knoten in der Nähe der Externseite. Die Rippen laufen nicht über die Externseite hinweg, sondern enden

mit den Knoten. Die Mündung ist höher als breit. Ohne Zweifel sind diese Formen des Lias-Gamma an die Armaten des Lias-Beta und hier besonders an Ammon. armatus densinodus Qu., der im obersten Lias-Beta vorkommt, anzuschließen. Man könnte sogar Ammon. armatus nodogigas Qu. als eine größere Form von Ammon. armatus densinodus auffassen, denn die Merkmale bleiben bei der einen wie bei der anderen Form dieselben.

Ebenfalls in der Grenzbank, aber dann noch weit in den mittleren Lias-Gamma hinein kann ein weiterer Ammonit, und zwar Oxynoticeras numismalis Qu. nachgewiesen werden. Diese Ammonitenform stellt flache, engnabelige, nahezu glatte Scheiben mit scharfem Rücken dar. Die Anwachslinien machen eine starke Biegung nach vorne. Der Rückenlobus ist kurz und breit, ein Merkmal, das für Oxynoticeras oxynotus Qu. des Lias-Beta bezeichnend ist. Der Nabel ist jedoch bei Oxynoticeras numismalis Qu. enger als bei den Oxynoten des Lias-Beta. Beide Ammoniten stimmen aber sonst dem äußeren Habitus nach vollkommen miteinander überein. Anzuschließen wäre hier gleich Amaltheus margaritatus Montf., der sich durch einen sogenannten Zopfkiel auszeichnet.

Liparoceras Taylori Sow. kennzeichnet ebenfalls den unteren Lias-Gamma. Diese Ammonitenform stellt dicke, engnabelige, meist mit kräftigen Knoten verzierte Exemplare dar. Man unterscheidet, je nachdem ob vier, bzw. zwei Knoten auftreten, oder ob die Knoten fehlen, zwischen Liparoceras Taylori quadricornutus Qu. und Liparoceras Taylori costatus Qu. Die letztere Form ist knotenlos, besitzt aber noch Rippen. Die Externseite zeigt bei allen Formen eine schmale Medianlücke. Bezeichnend ist ferner, daß der Rückenlobus ebenso weit herabreicht wie der Hauptlaterallobus.

Über dem Horizont mit Liparoceras Taylori Sow. setzt dann die in Mittel-Gamma so häufige Form Uptonia Jamesoni Buckm. ein. Sie ist dadurch ausgezeichnet, daß die Rippen kontinuierlich über die Externseite hinweg laufen, sich aber dabei verbreitern und deutlich nach vorn gebogen sind. Die jüngeren Umgänge zeigen dünnere Rippen, die auf der Externseite einen geraden Verlauf nehmen. Man unterscheidet in der Hauptsache zwei Arten: Dumortieria Jamesoni lacunosus Qu. und Dumortieria Jamesoni tenuilobus Qu., so wie sie Quenstedt noch nannte. In der Schichtenfolge des Lias-Gamma kommt zusammen mit Uptonia Jamesoni Buckm. noch Platypleuroceras natrix Qu. vor. Die Natrix-Formen sind weit genabelt, haben einfache gerade Rippen, die je einen oder zwei Knoten tragen. Über die Externseite, die stumpfkantig bis gerundet ist, laufen mit wenigen Ausnahmen die Rippen in gleichbleibender Stärke hinüber. Bei Natrix lataecosta Qu. verbreitern sich die Rippen auf der Externseite nach Art von Aegoceras planicosta Qu. und bei Natrix oblongus Qu. zeigt die Externseite „jamesoniartige" Rippen. Zu erwähnen ist dann noch, daß bei Natrix nodostrictus Qu. und Natrix rotundus Qu. sogenannte Einschnürungen festzustellen sind. Neben den Knoten ist

aber für Platypleuroceras natrix Qu. eine Zerspaltung der Loben charakteristisch, die meist jedes Bruchstück zeigt und wesentlich zur eindeutigen Bestimmung beiträgt.

Von den Ammonitenformen des mittleren Lias-Gamma sind dann noch zu erwähnen Cycloceras Maugenesti d'Orb. und Cychoceras Valdani d'Orb. Beide Formen sind durch die Herausbildung eines Mediankieles gekennzeichnet, der sowohl bei Cycloceras Maugenesti d'Orb. zur Unterscheidung von Uptonia Jamesoni Buckm. als auch bei Cycloceras Valdani d'Orb. zur Abtrennung von Platypleuroceras natrix Qu. ein wichtiges Erkennungszeichen abgibt. Trotz dieses Merkmales kann man über die Richtigkeit der Bestimmung oft im Zweifel sein, da es Formen gibt, wie z. B. Cycloceras Maugenesti succinctus Qu., die man sowohl zu Uptonia Jamesoni Buckm. als auch zu Cycloceras Maugenesti d'Orb. stellen kann. Dieser Ammonit ist nämlich in Jugendstadien noch ein typischer Cycloceras Maugenesti d'Orb. mit Mediankiel, während der Mediankiel im Alter schwindet und derselbe Ammonit dadurch „jamesoniartigen" Habitus annimmt. Charakteristisch für Cycloceras Maugenesti d'Orb. ist die Umwandlung der tripartiten Sattelzerschlitzung in eine bipartite. Die ventral gelegenen Sättel werden durch eine median auftretende Inzision gegliedert. Die Mündung bei Cycloceras Maugenesti d'Orb. ist ziemlich breit im Gegensatz zu derjenigen von Cycloceras Valdani d'Orb., der eine schmale Mündung besitzt. Cycloceras Valdani d'Orb. hat ebenfalls einen markierten Kiel, der die Rippen auf der Externseite etwas nach vorn zieht. Ein wichtiges Kennzeichen für Cycloceras Valdani d'Orb. ist ferner das Auftreten von zwei Reihen von Knötchen, die nur am Anfang der Schale, an dem auch die Rippen fehlen, verschwinden. Dieses Merkmal ist aber auch bezeichnend für Platypleuroceras natrix Qu., der hingegen keinen Mediankiel besitzt.

Die obere Grenze vom mittleren Lias-Gamma weist außerdem noch den Phylloceras ibex Qu. auf. Er hat deutlich ausgebildete Rippen und auf der Externseite Knoten, die zuweilen amaltheusartigen Habitus annehmen können. Die inneren Umgänge sind glatt und stark zusammengedrückt. Bei Phylloceras ibex Qu. ist noch auf allen Entwicklungsstadien der tripartite Typus der Sattelzerschlitzung deutlich ausgeprägt.

Zu erwähnen wäre jetzt noch Deroceras Davoei d'Orb., der die obere Abteilung des Lias-Gamma charakterisiert. Er ist meist mit dem Gestein so fest verbunden, daß es schwer fällt, ihn unversehrt zu präparieren. Seine Gehäuse sind weit genabelt und haben einen beinahe kreisförmigen Querschnitt. Die schmalen Rippen, die sämtlichen Entwicklungsstadien eigen sind, laufen auffallend gerade über die Externseite hinweg und besitzen nur zum Teil neben der Externseite Knoten.

Das Auftreten, bzw. die vertikale Verbreitung der folgenden verschiedenen Arten benutzte Oppel dazu, den Lias-Gamma in Unter-

abteilungen zu teilen, und zwar, wie schon erwähnt, von unten nach oben in die Zonen des Liparoceras Taylori, Dumortieria Jamesoni, Phylloceras ibex, Deroceras Davoei. Bemerkenwert ist dabei die Tatsache, daß Oppel diesen verschiedenen Arten ganz bestimmte Horizonte zuschreibt. Jeder Schichtstoß enthält nach ihm also ausschließlich auf ihn beschränkte bestimmte Ammoniten. Wie verhält es sich nun mit dieser Zoneneinteilung des Lias-Gamma durch Oppel bei einer kritischen Kontrolle? Einige Beispiele aus meinem Untersuchungsgebiet von Kirchheim bis Balingen mögen zur Nachprüfung herangezogen sein.

In der Grenzbank von Lias Beta-Gamma findet sich Ammonites armatus nodogigas und Oxynoticeras numismalis. Während Oxynoticeras numismalis in allen Schichten in Unter-Gamma, sowie in Mittel-Gamma bis unter die Fleckenkalkbank IV nachgewiesen werden kann, fand ich Ammonites armatus nodogigas nur bis in den von der Fleckenkalkbank III überlagerten Mergelhorizont. Dieser Mergelhorizont, der zwischen den Fleckenkalkbänken II und III gelegen ist, führt neben Ammonites armatus nodogigas auch Liparoceras Taylori. Der letztere Ammonit ist auf diesen Mergelhorizont beschränkt.

Über der Fleckenkalkbank III, in dem Mergelhorizont zwischen der Fleckenkalkbank III und Bank X, setzt dann gleichzeitig Uptonia Jamesoni und Platypleuroceras natrix ein, während Cycloceras Maugenesti und Cycloceras Valdani in dieser Mergelzwischenlage noch nicht vorkommen. Cycloceras Maugenesti läßt sich dagegen erst über der Bank X und Cycloceras Valdani sogar erst in dem Mergelhorizont, der von den Fleckenkalkbänken IV und V begrenzt wird, nachweisen. Diese Ammonitenformen, deren erstmaliges Auftreten soeben angeführt wurde, beherrschen dann die Schichtstufe des mittleren Lias-Gamma und lassen sich bis zum Einsetzen des Phylloceras ibex, der in dem Mergelhorizont bzw. der oberen Lage unter der Fleckenkalkbank a auftritt, stets nebeneinander nachweisen.

Deroceras Davoei charakterisiert dann den Schichtstoß, der von den Fleckenkalkbänken A und D als Unter- bzw. Ober-Grenze festgelegt wird. Zu erwähnen ist noch, daß in dem Mergelhorizont zwischen den Fleckenkalkbänken B und C zum ersten Male eine Amaltheus-Form auftritt, und zwar ein Amaltheus, der noch keinen ausgesprochenen Zopfkiel besitzt. Der echte Amaltheus mit Zopfkiel konnte in Kirchheim in dem Mergelhorizont zwischen den Fleckenkalkbänken C und D nachgewiesen werden.

Von Interesse ist nunmehr ein Vergleich der bei meinen Untersuchungen festgestellten Tatsachen mit den in der Literatur verzeichneten Ergebnissen. Quenstedt schreibt über Uptonia Jamesoni in seinem Werk „Die Ammoniten des schwäbischen Jura“: „Das Lager sicher festzustellen hat seine Schwierigkeit: er reicht in Gamma nicht ganz hinab, erscheint vielmehr erst in der oberen Hälfte, geht dann aber über die Davoei-Bank hinaus in die Zwischen-

kalke Gamma-Delta, wo er noch mit dem ächten A. amaltheus zusammen lagert." In den Erläuterungen zu Blatt Balingen (1877) lesen wir nochmals ganz ähnlich: „Den oberen Schluß des Lias-Gamma bildet der harte gefleckte Davoei-Kalk. Unmittelbar darüber lagert mit Jamesoni zusammen der erste Ammonites amaltheus." Quenstedt (1885) fand auch, daß Ammonites ibex, wenn auch ziemlich selten, in Begleitung des Valdani vorkommt. Bertsch (1878) gibt an, daß bei Ohmenhausen und Mähringen schon Ammonites heterophyllus, Taylori, Jamesoni und natrix in gleicher Höhe im anstehenden Gestein gefunden werden. Schalchs (1880) Feststellungen decken sich mit denen Quenstedts. Er schreibt: „Ammon. Jamesoni kommt nicht gerade selten vor, aber er tritt dort immer mit Ammon. Davoei auf."

Aus der Darstellung der Einzelformen, wie sie zu Anfang dieses Abschnittes gegeben worden ist, zeigt sich nach Ausschalten der Amaltheen und Amaltheen-Vorläufer (Oxynoticeras), daß die Gamma-Armaten infolge ihrer einfachen, geraden Rippen sich durchaus in den Habitus der Psiloceraten-Entwicklung einfügen. Die in der Entwicklung vorangehenden Beta-Armaten weisen einen ± runden Querschnitt auf, bei den Gamma-Armaten wird derselbe im allgemeinen bei flach werdenden Seitenflächen höher als breit[1]). Das gibt den Gamma-Armaten ein derartiges Gepräge, daß sie sich im Gelände von den Beta-Psiloceraten ohne jede Schwierigkeit unterscheiden lassen, abgesehen von Phylloceras ibex, der lediglich ein isoliertes Hervortreten der Phylloceraten darstellt.

Der Deroceras Davoei behält den gerundeten Querschnitt der Beta-Psiloceraten bei, unterscheidet sich aber von jenen durch die Weiterentwicklung der dicht zusammentretenden Rippen, die kontinuierlich über die Externseite hinüberlaufen. Die periodisch auftretenden Parabelknoten geben ihnen überdies noch ein besonderes Gepräge. Lediglich die freilich selten auftretenden Liparoceraten zeigen in der Berippung eine den übrigen Psiloceraten ungewöhnliche und fremde Weiterentwicklung, indem es bei Annäherung an die Gehäuseform eines Macrocephalites zu einer Aufspaltung der Rippen kommt, die erst bei den Ammoniten des höheren Jura und der Kreide zum allgemeinen Charakter wird. Dieser Unterschied zwischen Beta- und Gamma-Psiloceraten kann als Zeitgepräge von durchgreifender Natur bezeichnet werden.

Die Verschiedenheit der Gamma- und Delta-Ammoniten beruht auf einer anderen Grundlage. An der Oberkante von Lias-Gamma verschwindet die große Masse der Armaten-Psiloceraten, so daß sich in Delta nur ganz vereinzelte Nachläufer finden, die aber ohne geologische Bedeutung sind. Die aus Lias-Beta in Lias-Gamma hin-

[1]) Nur ganz vereinzelt finden wir einen an Armaten erinnernden Querschnitt bei den Beta-Psiloceraten, ohne daß dadurch aber das Zeitgepräge, das die Beta- und Gamma-Psiloceraten voneinander scheidet, irgendwie getrübt würde.

übergehenden Oxynoticeraten zeigen in Gamma keine auffallende Weiterentwicklung. Es ist von Interesse, festzustellen, daß im Gesamtrahmen der Lias-Oxynoticeraten eine einzelne Oxynoticeras-Art auftritt, die bereits eine Kerbung der Externseite zeigt, ohne daß es zu einem ausgesprochenen Amaltheenzopfkiel käme. Dieser, hier lediglich angedeutet, kommt als Weiterentwicklung erst an der Oberkante von Lias-Gamma zum Durchbruch, so daß hier bereits neben typischen Armaten-Psiloceraten die ersten Amaltheen auftreten. Wenn sie sich auch hier nur vereinzelt finden, so ist doch das Vorhandensein einer Gamma-Delta-Zwischenzone mit noch vereinzelten Amaltheen und zahlreichen Armaten-Psiloceraten eine nicht zu leugnende Tatsache. Da nun aber in der Gamma-Delta-Zwischenzone die Armaten-Psiloceraten noch dominieren, die Amaltheen weniger häufig sind und erst oberhalb dieser Zwischenzone explosiv in größter Häufigkeit einsetzen, wird die Gamma-Delta-Grenze naturgemäß mit der ersten Amaltheen-Bank Quenstedts gezogen. Eine biostratigraphische Aufteilung von Lias-Gamma in einzelne voneinander scharf getrennte Ammoniten-Zonen ließ sich auf der Grundlage der bisherigen Funde nicht durchführen, denn die einzelnen Ammoniten-Formen des Lias-Gamma sind zwar geeignet, einen größeren Schichtstoß innerhalb des Lias-Gamma festzulegen, aber sie können infolge ihrer großen vertikalen Verbreitung für eine feinere Gliederung nicht in Frage kommen.

Frebold (1925) glaubt das Zusammenfallen von Zonengrenzen der Ammoniten, d. h. das erste Auftreten bzw. Aussterben der Ammoniten mit ganz charakteristischen Bänken, mit den sogenannten „Dachbänken" in Einklang bringen zu können. Frebold versteht unter einer „Dachbank" eine Bank, die entweder eine Aufarbeitungsfläche (eigentliche Emersionsfläche) zeigt, oder durch Massen-Ansammlungen bestimmter Faunen-Komponenten (Belemniten-Schlachtfelder, Crinoidenbänke, Lumachellen usw.) mit Spuren der Aufarbeitung ausgezeichnet ist. Es läßt sich nicht von der Hand weisen, daß derart ausgezeichnete Horizonte, oder mit den Worten Frebolds „solch glänzende Dachbänke", uns das Aufsuchen von Arten sehr erleichtern können. Aber von Emersionsflächen im strengen Sinn dürfte wohl kaum die Rede sein; denn das Charakteristische einer Emersionsfläche sind nach Klüpfel und Frebold Konglomerateinlagerungen oder angebohrte Geodenlagen, was aber im mittelwürttembergischen Lias-Gamma nicht zu beobachten ist. Wenn man aber schon von einer Aufarbeitungsfläche reden will, so sei in meinem Gebiet vielleicht auf Lagen aufmerksam gemacht, die zum größten Teil die Obergrenze von Fleckenkalkbänken zieren. Charakteristisch ist an diesen die ganz wahllose Zerstreuung von schwarzen Flecken und Punkten, die beim Anschleifen der Schicht eine Art Kreuzschichtung zeigen. Es ist möglich, daß diese Art von Schichtausbildung in meinem Gebiet in gewisse Beziehung zu setzen ist zu den Trümmerhorizonten in Lothringen. Aber wenn Frebold neuer-

dings die Gryphaeenbänke, Belemniten-Schlachtfelder, Crinoidenbänke usw. als „Dachbänke" zweier Faunen-Komponenten setzt, so sei das aus folgenden Gründen entschieden in Abrede gestellt. Denn um einen Horizont als „Dachbank" bezeichnen zu können, muß doch zum mindesten verlangt werden, daß derselbe auf größere Entfernungen durchhält. Ich kann mir allerdings kein Urteil über die Verhältnisse in Lothringen bilden, wohl aber über die im Gebiet von Kirchheim bis Balingen. Von diesem Gebiet sei gesagt, was die Belemniten-Schlachtfelder betrifft, daß das Belemniten-Schlachtfeld in Balingen, das wegen seiner großen historischen Bedeutung zuerst genannt werden mag, zwar ein sehr schönes, aber doch nicht das einzige innerhalb des Schicht-Komplexes des Lias-Gamma ist. In Engstlatt findet sich in gleich schöner Ausbildung ebenfalls ein Belemniten-Schlachtfeld, das aber sein Lager ca. 3.30 m (unter der Fleckenkalkbank IV) unter demjenigen von Balingen hat. In Kirchheim und in Hinterweiler könnte man innerhalb der oberen 2—3 m sogar von mehreren Belemniten-Schlachtfeldern reden. Ganz ähnlich verhält es sich mit den Crinoidenhorizonten. Man könnte natürlich sagen, es ist nach Frebold nicht nur ein Cyclus im Lias-Gamma vorhanden, sondern es fängt da wieder ein Cyclus oder Unter-Cyclus an. Der untere Belemniten-Horizont von Engstlatt kann deshalb trotzdem eine sogenannte „Dachbank" darstellen. Die Frage nach der „Dachbank" dürfte aber sofort beantwortet sein, wenn nur angeführt wird, daß sich unterhalb und oberhalb dieses Belemniten-Schlachtfeldes sowohl Uptonia Jamesoni Buckm., Platypleuroceras natrix Qu., als auch Cycloceras Maugenesti d'Orb. finden, also von einem Abbrechen, bzw. Neueinsetzen einer Fauna kann keine Rede sein. Gerade dies ist aber die Forderung, die Frebold an einen solchen Horizont stellt. Meiner Ansicht nach ist das Auftreten von Belemniten-Schlachtfeldern mehr oder weniger lokal, zum mindesten dürfen sie aber nicht über solch große Gebiete hinweg rein nach der Ausbildung parallelisiert werden, wie es Frebold tut. Was die Abgrenzung von Lias-Gamma nach Delta mit Inoceramus angeht, so weist schon Frebold darauf hin, daß hier keine typische „Dachbank" vorliegt.

Nachdem wir die ungeheure Fülle von Schwierigkeiten, einen Horizont innerhalb des Lias-Gamma genau festzulegen, erkannt haben, fragt es sich, ob es nicht doch noch eine Methode gibt, dieser Schwierigkeiten Herr zu werden. Bei voller Würdigung der hervorragenden Verdienste unseres Altmeisters Quenstedt und bei aller Anerkennung des großen Wertes der Leitfossilien ist daran festzuhalten, daß zur Bestimmung eines Horizontes nicht allein die Petrefakten maßgebend sein können, daß vielmehr die ganze Schichtausbildung und die Lage im Schichtverband noch mit zu Rate gezogen werden müssen.

Die Belemniten des Lias-Gamma.

Die Belemniten kommen ebenso wie die Ammoniten in der Jura- und Kreide-Formation vor. Sie sind in manchen Schichten außerordentlich häufig (Quenstedts Belemniten-Schlachtfelder). Trotz alledem sind bis heute die Belemniten gegenüber den Ammoniten sowohl in biologischer wie in biostratigraphischer Hinsicht stark vernachlässigt worden. Während die Ammoniten ausgiebige Verwendung zur gegenseitigen Abgrenzung einzelner Zonen innerhalb eines Schichtverbandes fanden, werden die Belemniten nur als Stufenleitformen angeführt. Der Grund für die Bevorzugung der Ammoniten in stratigraphischer Hinsicht dürfte darin zu suchen sein, daß die äußeren Merkmale bei den Ammoniten auffallender erscheinen.

Die bisherige Abgrenzung der einzelnen Zonen innerhalb des Lias-Gamma geschah vorzüglich auf Grund der verschiedenen Ammoniten-Formen. Im vorhergehenden Kapitel wurde versucht, klarzulegen, daß die Gliederung dieser Schichtstufe allein nach Ammoniten doch nicht so eindeutig ist, sondern daß noch petrographische Merkmale zur Festlegung eines Horizontes innerhalb des ganzen Schichtkomplexes des Lias-Gamma hinzugenommen werden müssen. Obwohl diese stratigraphische Methode vielfach als nicht ausreichend erkannt ist, bleibt es unverständlich, warum die Belemniten noch nicht zur näheren Bestimmung eines Horizontes mit herangezogen worden sind, wiewohl doch gerade die Belemniten in dieser Schichtstufe des unteren Jura in einem so großen Individuen- und Formen-Reichtum auftreten.

Bisher kamen nur die Veränderlichkeiten in der äußeren Form und die Lage der „Apikallinie" bei den Belemniten für eine Systematik zur Verwendung. Der innere Bau wurde vernachlässigt. Um nun den inneren Bau der Belemniten studieren zu können, sind Dünnschliffe herzustellen. Bevor an die Beschreibung und Deutung der Schliffbilder gegangen wird, seien noch einige allgemeine Bemerkungen vorausgeschickt, die die Struktur und Gesetzmäßigkeiten in der ontogenetischen Entwicklung des Rostrums und weiter den Bau des gesamten Belemniten-Skelettes betreffen. Die Mehrzahl der Belemniten-Rostren kann man morphologisch als Addition von Rostralkegel und Rostralzylinder auffassen, indem nämlich dem Rostralzylinder ein Rostralkegel aufgesetzt ist, wobei der Übergang vom einen zum anderen durch eine Aufbauchung gekennzeichnet ist. Das Belemniten-Skelett besteht aus drei Teilen, dem Proostracum, dem Phragmokon und dem Rostrum. Von diesen drei Teilen sind in der Regel nur das Rostrum, seltener der Phragmokon, und vom Proostracum fast nur Fragmente erhalten.

Da also von den drei Teilen des Belemniten-Skelettes fast immer nur das Rostrum erhalten geblieben ist, so sind wir genötigt, auf

dieses allein eine Systematik zu gründen, das als Fossil von altersher unter dem Namen „Belemnit" bekannt ist. Was die Morphologie des Phragmokons betrifft, so verweise ich auf die Arbeit von E. Christensen (1925). Hier interessiert in der Hauptsache nur das Rostrum. Durchspalten wir ein Rostrum durch einen Hammerschlag, so erkennen wir in der Mitte eine Linie, die allgemein als „Apikallinie" bezeichnet wird. Die „Apikallinie" tritt aber im Dünnschliff noch deutlicher als an durchspaltenen Rostren hervor, und man könnte sie hier als auffallendste Orientierungslinie ihrer Erscheinung nach am besten mit einer Wirbelsäule vergleichen. Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die „Apikallinie" muß hier noch näher auf die Anatomie derselben eingegangen werden. Es ist mir durch eine besondere Präpariermethode, die in einem langsamen schichtweisen Abblättern der Kalkspatkristalle besteht, gelungen, die sogenannte „Apikallinie" herauszupräparieren. Dabei stellte sich aber ganz einwandfrei heraus, daß es sich bei der sogenannten „Apikallinie" nicht um eine Linie, sondern um einen richtigen inneren Kanal handelt, der von mehreren Kalkspatringen umgeben ist. Erst an diese konzentrischen Kalkspatlamellen setzen sich dann senkrecht dazu die Kalkspatkristalle an, die das transversale System des Rostrums darstellen. Der „Apikalkanal", wie er nunmehr genannt werden muß, ist an dem von mir präparierten Belemniten-Rostrum bis an das Hinterende zu verfolgen. Dieser Kanal ist aber nicht an jedem Belemniten-Rostrum so klar und deutlich zu erkennen, da derselbe meistens nicht als solcher erhalten blieb, sondern sekundär wieder ausgefüllt wurde. Trotzdem ist aber an jedem Querschnitt sofort zu sehen, daß die senkrecht zum Apikalkanal stehenden Kalkspatkristalle nicht in der Mitte des Apikalkanals zusammenstoßen, sondern daß sie dort eine Unterbrechung erfahren. Der Raum, der zwischen der Unterbrechung der Kalkspatkristalle liegt, ist sehr deutlich abgegrenzt und besitzt meistens einen rundlichen Querschnitt. Er wird von der Form des übrigen Querschnitts des Rostrums nicht beeinflußt und stellt den sekundär wieder ausgefüllten Kanal dar. Der Apikalkanal ist also auch dort, wo er sekundär ausgefüllt wird, stets wieder zu erkennen. Weiterhin zeigt sich bei der Prüfung vieler Präparate, daß der Durchmesser des Kanals variieren kann. Bei einer näheren Betrachtung der Wandung des Kanals sind kleine Einkerbungen zu beobachten. Höchstwahrscheinlich hat der Mantel nicht in einer Spitze geendigt, sondern war eingebuchtet. An den Enden des eingebuchteten Mantels wurden Kalkspatlamellen abgeschieden, die sich dann bei fortschreitendem Wachstum des Belemniten-Rostrums notwendigerweise tütenartig übereinanderstülpen mußten (vgl. Tafel III). Um eine Achse, die durch den Apikalkanal gebildet wird, lagert sich dann das Rostrum, das aus zwei möglichst unter rechtem Winkel kreuzenden Systemen, einem longitudionalen, dem System der Anwachslamellen, und einem transversalen, dem System der radialstrahligen Kristalle, besteht.

Diese radialstrahligen Kristalle bestehen aus Kalkspat, und sie verlaufen meist als Einzelindividuen bis zur Außenseite des Rostrums. Sie besitzen aber die Eigentümlichkeit, sich nicht sofort senkrecht zum Apikalkanal zu stellen, sondern sind anfänglich nach unten ausgebogen. Das longitudionale System wird durch Anlagerung konzentrischer Schalenlamellen aufgebaut. Diese folgen entweder in fast regelmäßigen Abständen aufeinander oder lassen in ihrer Folge einen gewissen Rhythmus erkennen, wie ihn die Reihe IV auf Tafel IV zeigt. Im Querschnitt beobachtet man deutlich Zuwachslinien, die in ihrem Aussehen große Ähnlichkeit mit den Jahresringen eines Baumes haben.

Stolley (1911) unterschied am Rostrum zwei Teile, und zwar das Embryonal-Rostrum und das Haupt-Rostrum. Das Embryonal-Rostrum soll dadurch gekennzeichnet sein, daß es sich sowohl an durchspaltenen Rostren als auch im Dünnschliff deutlich von seiner Umgebung heraushebt. Im Dünnschliff erscheint es als eine helldurchsichtige Masse, in der die Anwachslinien in den Hintergrund treten. Der Apikalkanal tritt umso deutlicher in die Erscheinung, weil in ihm dicht gedrängte Anwachslinien von vollkommen normalem Habitus sichtbar werden, die alsdann nach kurzem Verlauf wieder verschwinden. E. Christensen (1925) hat sich im Marburger Geologischen Institut mit dem Problem des Embryonal-Rostrums befaßt und ist zu folgendem Ergebnis hierbei gekommen, das ich wörtlich wiedergebe: „Das Embryonal-Rostrum ist als selbständiges Entwicklungsstadium, sei es als embryonales oder nur jugendliches Stadium, nicht aufrecht zu erhalten. Seine Umgrenzung fällt nicht mit einer Anwachslinie zusammen, sondern setzt durch kontinuierliche Anwachslinien schräg hindurch."

Die Systematik der Belemniten.

Verfolgen wir in der Literatur den Entwicklungsgang der Belemniten-Systematik, oder betrachten wir die Systematik, die heutzutage in Lehrbüchern als die maßgebende bezeichnet wird, so erkennen wir sofort, daß die ganze Belemniten-Systematik noch sehr rückständig ist. Der Vollständigkeit halber und zur besseren Übersicht muß jedoch kurz auf die Literatur Bezug genommen werden. v. Zittel will in seinem Handbuch der Paläontologie (1. Abt. 1881—85) „eine so natürliche Gattung wie Belemnites" nicht zerspalten sehen. Er unterschied innerhalb der Gattung Belemnites sieben Sektionen: Acuarii, Canaliculatii, Clavati, Bipartiti, Hastati, Conophori, Dilatati, des weiteren zwei Subgenera: Actinocamax und Belemnitella. Dabei stellt er von den später zu besprechenden Arten Belemnites paxillosus zu den Acuarii und Belemnites clavatus zu den Clavati. Als Merk-

male für die Acuarii gibt er an: Scheide konisch, bald kurz, bald stark verlängert, an der Spitze häufig mit zwei bis drei Apikalfurchen ohne eine vom Alveolarrand ausgehende Ventralfurche oder Dorsolateralstreifen. v. Zittel fügt dann noch hinzu, daß die Bestimmung der hierher gehörigen Arten schwierig und ohne Kenntnis von Fundort und Lager nicht immer möglich sei. Die Merkmale der Clavati sind nach v. Zittel: Schale länglich, keulenförmig, hinten verdickt, gegen den Alveolarrand dünner werdend; ohne Ventralfurche, Laterallinien deutlich. 1895 unterschied dann v. Zittel als Subgenera der Gattung Belemnites: Pachyteuthis, Megateuthis, Belemnopsis, Pseudobelus, Duvalia, Actinocamax und Belemnitella. In dieser Systematik teilt also v. Zittel die Acuarii in Pachyteuthis und Megateuthis auf und stellt zu den Megateuthis Belemnites paxillosus. Die Bipartiti werden in diesem System als Pseudobelus, die Canaliculatii und Hastati in die Untergattung Belemnopsis zusammengefaßt. Neuerdings hat dann Fr. Broili in der Neubearbeitung des Zittelschen Lehrbuches (1924) unter Benutzung der neueren und älteren Arbeiten über die Einteilung der Belemniten die alte Gattung Belemnites aufgeteilt in Hastatites, Rhabdobelus, Nannobelus, Passaloteuthis, Dactyloteuthis, Odontobelus, Megateuthis, Pachybelus, Homaloteuthis Cylindroteuthis, Belemnopsis, Hibolites, Dicoelites, Neohibolites, Belemnitella, Actinocamax, Duvalia, Pseudobelus. Belemnites clavatus bzw. Belemnites paxillosus stellt er in die Untergattung Hastatites bzw. Passaloteuthis.

Vergleichen wir jetzt jene Einteilungen miteinander, so sehen wir hieraus, z. B. in Bezug auf Belemnites paxillosus, daß diese Art in der Einteilung von 1895 zu der Untergattung Megateuthis gestellt worden ist, während sie in der modernen Systematik in der Familie Passaloteuthis aufgeführt wird. Man erkennt aus den verschiedenen Versuchen zur Aufstellung einer Belemniten-Systematik neben allgemeinen Unsicherheiten außerdem deutlich die Tendenz, die Gattung Belemnites immer weiter in Arten aufzuteilen. Aber trotz dieses schon vorhandenen Systems bin ich fest davon überzeugt, daß diese Systematik in Bezug auf die Belemniten nur eine vorübergehende sein wird, da in Wirklichkeit die zu trennenden Formengruppen entsprechend der Häufung neuer Funde immer mannigfaltiger werden. Ich glaube ferner, feststellen zu müssen, daß die Systematik, wie sie bis heute betrieben worden ist, zu einseitig auf äußere Merkmale aufgebaut wurde, während der innere Bau der Belemniten, wie er uns im Dünnschliff erscheint, gar nicht berücksichtigt wurde. Der innere Bau der Belemniten ergab die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale, und erst mit Hilfe dieser Kennzeichen können wir die genetischen Zusammenhänge exakter und umfassender studieren und begreifen. Erst wenn der innere Bau und die äußeren Merkmale zu einer Einheit verbunden werden, ist eine Grundlage geschaffen, auf der eine bessere Systematik der Belemniten aufgebaut werden kann. Außerdem muß noch berücksichtigt werden, daß für die Aufstellung

einer Systematik ein horizontmäßiges Aufsammeln eines großen Untersuchungsmaterials die unbedingte Voraussetzung ist.

Wenden wir uns nun den Belemniten des Lias-Gamma zu, so entnehmen wir aus der oben erwähnten Literatur, daß in dieser Schichtstufe sämtliche Belemniten unter Belemnites paxillosus und Belemnites clavatus zusammengefaßt werden. Ich sehe mich veranlaßt, diese Benennung vorerst noch zu übernehmen, da es eine Selbstverständlichkeit ist, daß eine Revision der Belemniten-Systematik auf Grund meines relativ doch noch zu kleinen Materials nicht durchgeführt werden kann. Die Tafel IV zeigt die Verschiedenheiten der Belemniten in ihrem inneren Bau, Verschiedenheiten, die aber keine willkürlichen sind, sondern die bei ordnenden Vergleichungen Gesetzmäßigkeiten erkennen lassen. In Anwendung dieser Gesetzmäßigkeiten konnten vier durch ihren inneren Bau verschiedene Reihen aufgestellt werden, die, wie noch zu zeigen sein wird, keine voneinander isolierten Reihen darstellen. Sie sind durch Übergänge eng miteinander verbunden. Vorerst seien diese 4 Reihen noch einmal, entsprechend v. Zittel, die Reihen I und II (Tafel IV) insgesamt mit Belemnites paxillosus und die Reihen III und IV mit Belemnites clavatus bezeichnet. Die Rostren von Belemnites paxillosus gleichen ineinander geschachtelten Tüten, deren Wand nach hinten dicker und nach vorn dünner ist. Die einzelnen Tüten werden durch Anwachsstreifen getrennt. Die Reihe I umfaßt, wie aus der Tafel IV zu ersehen ist, wieder 12 Glieder, die im Längsschnitt in den Figuren 1—12 dargestellt sind. Wir erkennen sofort, daß die Entwicklungsrichtung innerhalb der Reihe I von kleinen zu großen Formen und von solchen mit einfachem zu solchen mit einem komplizierten inneren Bau führt. Die Größenzunahme von I_8 zu I_9 erfolgt, wie Tafel IV zeigt, sprunghaft. Die Tatsache der Entwicklung tritt bei der Gegenüberstellung der Extreme, die in Fig. 1 und Fig. 11 und 12 dargestellt sind, klar vor Augen, denn bei I_1 zeigen sich noch wenige deutliche Anwachsstreifen, da das relative Wachstum der Rostren noch nicht zur Sonderung der Anwachsstreifen geführt hat, während bei $I_{11/12}$ die einzelnen Anwachsstreifen durch rhythmisch geordnete Wachstumstüten scharf voneinander getrennt sind. Die Belemniten-Rostren, die die Fig. 1—3 veranschaulichen, sind sehr klein und zugespitzt. Im Längsschnitt weisen sie einen verhältnismäßig einfachen inneren Bau auf. Der innere Bau ist bei I_1, da nur äußerst wenige Anwachslinien (am Vorderende zwei kräftige) zu erkennen sind, als primitiv anzusprechen. Die Lage des Apikalkanales ist bei I_1 noch zentrisch, verschiebt sich aber bei der in Fig. I_2 dargestellten Form etwas exzentrisch und verbiegt sich bei I_3. Im Querschnitt ist zu sehen, wie alle drei Formen seitlich derart komprimiert sind, daß die Rückenseite viel schmäler ist als die Bauchseite. Diese drei Belemniten-Formen stellen ihrem äußeren Habitus nach glatte, lediglich vielleicht durch geringe Größenunterschiede ausgezeichnete Rostren dar, die aber nach äußeren Merkmalen kaum

zu unterscheiden sind. Stratigraphisch ist zu bemerken, daß alle drei Belemnitenformen (Fig. 1—3) bereits in der Grenzbank des Lias-Beta-Gamma auftreten und sich dann innerhalb der ganzen Schichtstufe des Lias-Gamma nachweisen lassen.

Die Fig. 4—6 zeigen gegenüber denen von I_{1-3} etwas größere Formen, die aber ihrerseits durch den ganz typischen Verlauf der Anwachslinien, die in der Mitte sehr spitze Winkel bilden, gekennzeichnet sind und dadurch untereinander wieder eine nähere Verwandtschaft erkennen lassen. Dazu kommt, daß die Anwachsstreifen am Hinterende der Rostren nach dem Typ I, welcher I_{1-3} umfaßt, zusammenstoßen. Man kann bei diesen drei Formen dieselbe Tendenz im kleinen erkennen, wie sie der ganzen Reihe I eigen ist, nämlich, daß die Entwicklungs-Richtung von Typen mit einfachem zu solchen mit kompliziertem inneren Bau führt, wobei die Anwachsstreifen immer deutlicher, schärfer und gedrängter hervortreten. Der Querschnitt dieser Formen I_{4-6} zeigt wieder, daß man es mit Formen zu tun hat, bei denen die Rückenseite gegenüber der Bauchseite schmäler ist (doppelseitig abgeplattet). Der Apikalkanal besitzt bei allen drei Formen eine ziemlich zentrische Lage. Diese drei Formen I_{4-6} besitzen ein glattes Rostrum, das bei I_4 noch sehr spitz, bei I_5 und $_6$ hinten etwas abgerundet ist. Äußerlich sind sämtliche Formen I_{4-6} wie die Formen I_{1-3} ihrerseits nicht zu unterscheiden. Es ist von genetischer Bedeutung, daß die Form I_6 die erste Andeutung einer Ausbauchung erkennen läßt, wie sie die folgenden Formen I_7 und $_8$ in typischer Weise weiter ausbilden. Stratigraphisch setzen die Formen I_{4-6} erst etwas später ein als die Formen I_{1-3} und zwar I_4 in dem Cymbium-Horizont, der durch die Fleckenkalkbank II und Bank I begrenzt ist. Die Formen I_5 und $_6$ folgen gemeinsam in dem darüberliegenden Mergelhorizont. Die Formen I_4 und $_5$ gehen ebenfalls durch die ganze Stufe des Lias-Gamma hindurch, während die Form I_6 die Oberkante des Lias-Gamma nicht erreicht, sondern nur bis in den durch die Fleckenkalkbänke A und B begrenzten Mergelhorizont nachweisbar ist.

Die folgenden Formen I_7 und $_8$ zeigen Anwachslinien, die im Vergleich mit den oben genannten in dem Apikalkanal einen weniger spitzen Winkel bilden. Wir erkennen weiter, daß die Anwachslinien nicht gerade verlaufen, daß sich die Ausbauchung der Anwachsstreifen nach hinten verschiebt. Durch die Bewegung der Anwachsstreifen wird die Spitze des Rostral-Kegels korrelativ verkürzt. Wesentlich ist noch, daß die Kegelspitzen von dem Typ II, den die Fig. 4—6 darstellen, bei I_7 und $_8$ nunmehr im vorderen Teil des Rostrums vorhanden sind.

Die Form I_8 weist in ihrem Querschnitt folgende Merkwürdigkeit auf: Dem verhältnismäßig runden inneren Kern ist beiderseitig eine Kappe aufgesetzt, wodurch der Querschnitt erst wieder den Habitus erlangt, den die Form I_7, wie überhaupt alle bisher beschriebenen Formen zeigen. Die aufgesetzte Kappe stellt aber ein äußerst wich-

tiges Merkmal dar und dient dazu, wie wir noch sehen werden, die verwandtschaftlichen Beziehungen von Belemnites paxillosus zu Belemnites clavatus aufzuklären. Die Form I_8 besitzt, wie oben schon kurz angedeutet wurde, gegenüber den anderen Formen dieser Reihe eine besondere Bedeutung, da sie das sprunghafte Hervortreten der Größenänderung zeigt und von ihr die anderen Reihen abspalten. Ich nenne deshalb diese äußerst wichtige Form I_8 eine „zentrale Zwischenform". In dieser Bezeichnungsweise soll ausgedrückt sein, daß sie sowohl eine Zwischenform in der ganzen Entwicklungsreihe I als auch einen Knoten bzw. Abzweigungspunkt in derselben darstellt. Äußerlich sind diese Formen I_{7} und $_8$ durch glatte, hinten etwas abgestumpfte Rostren ausgezeichnet. In der Schichtfolge setzt die Form I_7 in dem von der Kalkbank x und der Fleckenkalkbank IV begrenzten Mergelhorizont ein und ist bis unter die Fleckenkalkbank B zu verfolgen, während die „zentrale Zwischenform" erst über der Fleckenkalkbank V auftritt und schon über der Fleckenkalkbank A nicht mehr nachzuweisen ist.

Die folgenden Formen, die die Fig. 9—12 veranschaulichen, unterscheiden sich sofort von den übrigen Belemniten-Rostren dieser Reihe durch ihre Größe. Die Anwachslinien treffen bei den Formen I_9 und I_{10} am Apikalkanal im hinteren Abschnitt des Rostrums wieder spitz zusammen, während sie im vorderen Abschnitte nach Art der Belemniten-Rostren I_7 und I_8, die nach dem Typ III gebaut sind, zusammenstoßen. Wir sehen dann wieder, wie das schon oben in ganz entsprechender Weise bei den Formen $I_{8—8}$ erwähnt wurde, daß die Anwachslinien der Formen I_{11} und $_{12}$ am Vorderende zuerst gerade verlaufen, sich dann aber nach dem Hinterende zu vorzuwölben, so im inneren Bau die äußere Form widerspiegelnd. Der Querschnitt der Belemniten-Rostren $I_{9—12}$ zeigt die übliche beiderseitige Abplattung. Bei I_{11} kommt ein weiteres Merkmal hinzu: Die Anwachsstreifen treten innen deutlich hervor und sind stärker abgeplattet als die äußeren. Der Apikalkanal besitzt bei der Form I_9 noch eine zentrische Lage, geht aber bei den Formen $I_{10—12}$ in eine exzentrische über. Es zeigt sich an diesem Beispiel wieder, wie schon einmal bei $I_{1—3}$ betont wurde, daß man primär eine zentrische Lage des Apikalkanals anzunehmen hat. Die Belemniten-Rostren sind, wie die Formen I_9 und $_{10}$ zeigen, am Hinterende zuerst spitz, runden sich aber langsam bei den Formen I_{11} und $_{12}$ ab, wobei gleichzeitig ein Breiterwerden und eine massigere Ausbildung der betreffenden Belemniten-Rostren festgestellt werden kann. Die Belemniten-Rostren, die im Längsschnitt in den Fig. 9—12 dargestellt sind, weisen am Hinterende Längsfurchen auf, und zwar sind bei den Formen I_9 und $_{10}$ deutlich zwei hervortretende Dorsolateralfurchen zu erkennen, während bei den Formen I_{11} und $_{12}$ drei Furchen nebst Nebenfurchen auftreten.

In der Schichtstufe des Lias-Gamma setzen die Formen I_9 und $_{10}$ gleichzeitig in dem Mergelhorizont unter der Fleckenkalkbank a ein.

Die Form I_{10} ist so häufig vorhanden, daß sie geradezu als Leitfossil dieses Mergelhorizontes unter der Fleckenkalkbank a angesehen werden kann. Sie ist aber, was den stratigraphischen Wert dieser Form I_{10} noch steigert, fast nur auf diesen Horizont beschränkt. Die Formen I_{11} und $_{12}$ setzen, wie aus der Tafel V hervorgeht, erst in der Davoei-Region ein und persistieren über die Lias-Gamma-Grenze hinaus in den Übergangshorizont hinein.

Wenn wir nun zum Schluß noch einmal kurz das Wesentliche dieser Entwicklungsreihe I zusammenfassen, so wäre folgendes darüber zu sagen: Innerhalb dieser Reihe I haben wir eine Entwicklungsrichtung festzustellen, die von kleinen, spitzen Formen mit einfachem inneren zu solchen mit kompliziertem inneren Bau zu bedeutenderer Größe und zu hinten abgerundeten Rostren führt. Der Apikalkanal muß primär eine zentrale Lage gehabt haben.

Spitzenfurchen treten erst bei den größeren Formen, wie sie in den Fig. 9—12 dargestellt sind, auf, und zwar zuerst nur zwei (I_9 und $_{10}$) und dann drei mit Nebenfurchen (I_{11} und $_{12}$). Das einzige Merkmal, das alle Glieder dieser Reihe miteinander gemeinsam besitzen, ist die beiderseitige Abplattung der Belemniten-Rostren aus der dann auch die Form-Konstanz des Querschnittes zu erklären ist.

Belemnites paxillosus, II. Reihe.

Belemnites paxillosus, II. Reihe, umfaßt, wie aus der Tafel IV ersichtlich ist, 4 Glieder, von denen das erste die Brücke von der Reihe I zu der Reihe II von Belemnites paxillosus schlägt, denn im inneren Bau von II_1 und der zentralen Zwischenform I_8 stimmen die Anwachsstreifen überein, da sie in eine leicht gerundete Spitze auslaufen. Dabei unterscheidet sich aber Typ II_1 von Typ I_{III}, den die zentrale Zwischenform darstellt, nicht nur dadurch, daß die Anwachsstreifen nach vorn unter einem stumpferen Winkel zusammenstoßen als bei Typ I_{III}, sondern die Selbständigkeit der Reihe II gegenüber der Reihe I tritt schon bei II_1 dadurch hervor, daß die Anwachsstreifen gegen das Vorderende hin langsam verschwinden, während sie bei der Reihe I im Gegensatz hierzu nach vorne immer stärker herausgebildet werden. Es zeigt sich also schon bei II_1 und bei allen übrigen Gliedern dieser Reihe, daß die Anwachsstreifen gegen das Vorderende hin immer mehr verschwinden. Diese Form II_1 wird im Vergleich mit der zentralen Zwischenform (I_8) nach vorn breiter. Mit dieser Richtung der Formveränderung wird die bei II_1 ausgeglichene Ausbauchung von der zentralen Zwischenform verständlich. Der Apikalkanal besitzt bei II_1 eine zentrische Lage. Am Vorderende sehen wir noch den Phragmokon ins Rostrum hineinsetzen.

Die drei folgenden Glieder (II_{2-4}) dieser Reihe sind dadurch ausgezeichnet, daß ihr innerer Bau immer einfacher wird und schließ-

lich beim Endglied II_4 nur noch wenig stark und klar hervortretende Anwachslinien zu sehen sind. Dabei ist zu erkennen, daß die Formen II_2 und $_3$ am Hinterende den Typ III (der Typ, der die zentrale Zwischenform auszeichnet) und gegen das Vorderende hin den Typ II (das sind die Formen der Reihe I_{3-6}) in ihrem inneren Bau vereinigen. Bei dem Apikalkanal kann wieder eine Verschiebung aus der zentrischen (II_1) in eine exzentrische Lage (II_{2-4}) festgestellt werden. Die Rostren dieser Reihe II weisen, wie diejenigen der Reihe I, eine beiderseitige Abplattung auf, ebenso stimmen die Querschnitte beider Reihen bildlich überein. Das stratigraphische Niveau der Formen dieser Reihe II ist etwas jünger als das der zentralen Zwischenform (I_8), aber das erstmalige Einsetzen älter als das von Belemnites clavatus. Die genaue vertikale Verbreitung wird in der Tafel V veranschaulicht.

Ein Vergleich der Reihe I mit der Reihe II ergibt, daß sich die Reihe II von der Reihe I aus der zentralen Zwischenform ableiten läßt. Es besteht also ein genetischer Zusammenhang beider Reihen, der im gleichen Querschnitt sämtlicher Formen einen gemeinsamen Faktor besitzt. Ihrem inneren Bau nach sind aber die Reihen I und II, mit Ausnahme der Übergangsform II_1, vollständig verschieden, ja die Entwicklungstendenz ist gerade umgekehrt, denn bei der Reihe I haben wir gesehen, daß sich die Formen mit einfachem zu solchen mit kompliziertem inneren Bau entwickeln, während die Entwicklung bei der Reihe II gerade umgekehrt verläuft.

Belemnites clavatus.

Die zweite innerhalb des Lias-Gamma wichtige Art der Gattung Belemnites wurde als Belemnites clavatus ausgeschieden. v. Zittel rechnet diese Belemniten in seinem Lehrbuch zu dem Typus Hastatites und kennzeichnet sie folgendermaßen: Keulen-Rostrum ohne Spitzenfurchen, Seitendoppelfurchen mehr oder weniger deutlich.

Stolley (1911) möchte Belemnites clavatus gern wie Belemnites paxillosus zu der Untergattung Passaloteuthis gerechnet wissen, während demgegenüber Naef schreibt: „Jedenfalls muß Belemnites clavatus heute als Typus einer besonderen Unterfamilie gelten und darf nicht mit den Passaloteuthinae nach dem Vorschlag Stolley vereinigt werden."

Wir lassen vorerst diese Frage der Einreihung von Belemnites clavatus noch offen, aber ich hoffe, diese Streitfrage an Hand meines Untersuchungsmateriales am Schluß des Kapitels endgültig entscheiden zu können.

Ich habe, wie aus der Tafel IV ersichtlich ist, die Clavaten des Lias-Gamma wieder in zwei Reihen (III und IV) aufgeteilt. Daß diese Aufteilung einem geradezu aufgedrängt wird, leuchtet schon bei einer nur flüchtigen Betrachtung der beiden Reihen III und IV sofort

ein, denn sowohl die äußeren Formen als auch der innere Bau sind in den beiden Reihen sehr verschieden. Es stehen den keulenförmigen Belemniten-Rostren mit einem verhältnismäßig gleichmäßigen inneren Bau der Reihe III solche von spießförmiger Gestalt und einer rhythmischen Folge von Anwachslinien und Unterbrechungen in Reihe IV gegenüber. Betrachten wir die Reihe III für sich, so erkennen wir ganz deutlich, daß sich der Rostralkegel fortschreitend verkürzt, indem die Aufbauchungszone als Grenze von Rostral-Zylinder und Rostralkegel immer mehr nach vorn wandert unter fortschreitender Abrundung der Rostralkegelspitze. Dabei wird die Wand der Anwachstüten im Bereich des Rostralkegels dicker, während die Anwachstüten im Bereich des Rostralzylinders fortschreitend dünnwandiger werden. Daraus muß sich aber notwendigerweise eine nach vorn verjüngte Keulenform entwickeln. So tritt der Gegensatz zu Reihe II scharf hervor, bei der die Wand der Anwachstüten im Bereich des Rostalzylinders dick bleibt.

Diese Reihe III kann von der zentralen Zwischenform der Reihe I auch dadurch abgeleitet gedacht werden, daß die Wölbung am Hinterende immer größere Dimensionen annimmt, wodurch das Hinterende langsam zu einer keulenförmigen Verdickung anschwillt. Das Vorderende der zentralen Zwischenform ist etwas verengt. Denken wir uns diese Verengung in der Gegend des Phragmokon-Anfangs weiter fortgesetzt, so bildet sich ein Stiel heraus. Vereinigen wir die Entwicklungstendenzen am Vorder- und Hinterende miteinander, so erhalten wir die ganz typische Form der Belemniten-Rostren dieser Reihe. Der Hauptgrund aber, warum ich diese Reihe III von der zentralen Zwischenform ableite, liegt in der Übereinstimmung der beiden Querschnitte, denn vergleichen wir den Querschnitt der zentralen Zwischenform mit dem dieser Reihe III, so tritt uns bei einem Querschnitt durch die Keule von Belemnites clavatus wieder genau dasselbe Bild wie bei der zentralen Zwischenform entgegen. Beide Querschnitte zeigen nämlich einen verhältnismäßig konzentrischen inneren Kern, dem beiderseits eine Kappe aufgesetzt ist. Damit ist gleichzeitig bewiesen, daß die ganze Reihe III trotz der ganz verschiedenen Formbildungen tatsächlich von der zentralen Zwischenform (I_s) der Reihe I abzuleiten ist. Dieses Beispiel zeigt geradezu augenfällig, wie äußerst wichtig es ist, sich eingehend mit dem inneren Bau der Belemniten-Rostren zu beschäftigen, um die genetischen Beziehungen erkennen zu können.

Die stratigraphischen Befunde ergeben, daß die Glieder dieser Reihe III erst in einem höheren Horizont als die zentrale Zwischenform einsetzen, und zwar in dem Mergelhorizont unter der Fleckenkalkbank a. Ich glaube mit diesem Verhalten in stratigraphischer Hinsicht einen weiteren Beweis für die Richtigkeit der Abzweigung der Reihe III von der zentralen Zwischenform I_s erbracht zu haben. Die Formen dieser Reihe III folgen stufenweise aufeinander und überschreiten die Obergrenze des Lias-Gamma (vergl. Tafel V).

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß die Farbe des betreffenden Mergelhorizontes, in dem die Clavaten einsetzen, fast regelmäßig von einer blauen Tönung, die allen Mergelhorizonten des unteren und mittleren Lias-Gamma eigen ist, in eine gelblich-gelbbraune Tönung umschlägt.

Reihe IV oder zweite Reihe von Belemnites clavatus.

Die zweite Reihe von Belemnites clavatus ist im Gegensatz zur ersten Reihe (III) dadurch ausgezeichnet, daß sie keine keulenförmige, sondern spießförmige Formen herausbildet. Diese Spießform wird durch einen besonderen Wachstumsvorgang hervorgerufen. Wie bei der Reihe III verschiebt sich die Bauchungszone, die den Rostralzylinder und Rostralkegel trennt, nach hinten. Während sich dabei in der Reihe III eine starke Abrundung der Spitze des Rostralkegels immer stärker herausbildete, bleibt der Rostralkegel in der Reihe IV spitz. Gleichzeitig wird die Wand der Anwachstüten im Bereich des Rostralkegels dicker, während sie im Bereich des Rostralzylinders wie bei der Reihe III bis auf ein Minimum verdünnt wird. Ebenso wie die Reihe III oder die erste Reihe von Belemnites clavatus von der zentralen Zwischenform abzuleiten ist, kann man sich auch die Reihe IV (= zweite Reihe von Belemnites clavatus) von derselben zentralen Zwischenform abgeleitet denken, nur mit dem Unterschied, daß sich diese letzte Reihe nicht direkt von der zentralen Zwischenform ableiten läßt, sondern erst durch Übergangsformen zu den typischen spießförmigen Formen der Reihe IV führt. Die Übergangsform IV_1 zeigt denselben inneren Bau wie die zentrale Zwischenform, nur ist bei IV_1 das Vorderende etwas schmäler geworden. Bei der Übergangsform IV_2 ist das Vorder- und Hinterende zugespitzt, und dadurch ist eigentlich schon die typische spießförmige Form, die die restlichen Glieder dieser Reihe auszeichnet, entwickelt. Der innere Bau der Übergangsform IV_2 ist von den folgenden Formen, die in den Fig. 3–6 der Reihe IV dargestellt sind, noch wesentlich verschieden, denn im inneren Bau der Formen IV_{3-6} ist ein Rhythmus zu konstatieren, der sich in einem gesetzmäßigen Auftreten und Fehlen von Anwachslinien auswirkt. Bei der Übergangsform IV_2 scheint er bei einer ersten Betrachtung zu fehlen, aber das genaue Studium ihres Baues läßt doch einen ganz ähnlichen Rhythmus herausfinden. Bezeichnet man die einzelnen Unterbrechungen in der Reihe des Auftretens der Anwachslinien mit a, b und c, so zeigt sich, daß die Unterbrechungen von IV_2 zu IV_6 immer deutlicher in Erscheinung treten, weil

1. einmal die Zwischenräume von einer Folge der Anwachslinien zur nächsten immer größer werden und
2. weil gleichzeitig, je größer die Unterbrechungen in der Aufeinanderfolge der Anwachslinien werden, desto mehr die Anwachslinien am Apikalkanal zurückgedrängt werden.

Ferner ist bei der Reihe IV ein periodisches Zurücktreten der Anwachsstreifen zu beobachten, während die Reihe II durch ein vom Vorderende ausgehendes fortschreitendes Zurücktreten der Anwachsstreifen ausgezeichnet ist.

Die vertikale Verbreitung der Glieder dieser Reihe IV (= zweite Reihe von Belemnites clavatus) ist folgende: Die Formen der Reihe IV_{1} und $_{2}$ setzen in dem Mergelhorizont unter der Fleckenkalkbank a ein, während die übrigen Glieder IV_{3-6} zusammen in dem Mergelhorizont unter der Davoei-Bank erstmals nachweisbar sind. Alle Formen dieser Reihe überschreiten die Obergrenze des Lias-Gamma. Vergleicht man weiter die zwei Reihen von Belemnites clavatus (Reihe III und IV) in stratigraphischer Hinsicht miteinander, so zeigt sich, daß die keulenförmigen Clavaten der Reihe III früher einsetzen als die typischen spießförmigen Formen von Belemnites clavatus, die in den Fig. IV_{3-6} dargestellt sind. Dieses verschiedene Verhalten der beiden Reihen in stratigraphischer Hinsicht ist leicht erklärlich, wenn berücksichtigt wird, daß beide Reihen von Belemnites clavatus (Reihe III und IV) von der zentralen Zwischenform der Reihe I abzuleiten sind. Der Unterschied im vertikalen Auftreten der einzelnen Glieder der beiden Clavaten-Reihen liegt darin, daß die Reihe III direkt von der zentralen Zwischenform abzuleiten ist, die typischen Formen IV_{3-6} aber erst durch die Übergangsformen IV_{1} und $_{2}$ mit der zentralen Zwischenform verbunden sind. Zur Herausbildung der typischen Formen IV_{3-6} aus der zentralen Zwischenform I_{8} ist demnach eine längere Zeit erforderlich gewesen als zum Herausbilden der keulenförmigen Clavaten der Reihe III.

Schlußkapitel.

Ich war in der Lage, mit den verschiedensten Belemnitenformen des Lias-Gamma Entwicklungsreihen aufzustellen, die sich sowohl in ihrem inneren Bau als auch in den äußeren Formen unterschieden. Innerhalb der Entwicklungs-Reihen wurden Gesetzmäßigkeiten erkannt. Weiter konnten alle vier Entwicklungsreihen miteinander in Beziehung gebracht werden, woraus gefolgert werden durfte, daß die Belemniten-Typen des Lias-Gamma überhaupt nicht in Belemnites paxillosus und clavatus zu trennen sind.

Es gelang weiterhin, eine Stratigraphie des Lias-Gamma aufzustellen, die nur auf Belemniten aufgebaut ist (vgl. Tafel V). Aus Tafel V, die die vertikale Verbreitung der Belemniten im Lias-Gamma darstellt, läßt sich ersehen, daß die kleinsten und zugleich ihrem inneren Bau nach primitivsten Formen in der Reihe I schon an der Untergrenze des Lias-Gamma einsetzen, aber in der ganzen Schichtstufe des Lias-Gamma nachweisbar sind. Die übrigen Belemniten-Typen treten in immer höheren Horizonten des Lias-Gamma auf, bzw. gehen auseinander hervor.

Ich glaube nach diesen Ausführungen, daß die Bedeutung der Belemniten als Leitfossilien im Lias-Gamma nicht mehr zu verkennen ist. Wir können in der Entwicklung der Belemniten deutlich zwei Phasen unterscheiden: eine verhältnismäßig ruhige Phase innerhalb einer Entwicklungsreihe und ein plötzliches Herausbilden (Entfalten) anderer Formen, deren Weiterentwicklung aber dann ihrerseits wieder in ruhigen Bahnen verläuft.

Die Beschreibung der Leithorizonte.

Bevor mit der Beschreibung der Leithorizonte begonnen wird, sei nochmals auf das Normalprofil (Tafel I) hingewiesen. Bei Betrachtung der Leithorizonte dieses Profils drängt sich einem unwillkürlich eine Dreiteilung auf. Obwohl die Dreiteilung des Lias-Gamma an und für sich etwas Altes ist, so sind doch die Gründe, die die einzelnen Verfasser zu dieser Einteilung bewogen haben, sehr verschieden.

Oppel glaubt, wie schon früher erwähnt, auf Grund der vertikalen Verbreitung der Ammoniten zu seiner Dreiteilung (Jamesoni, ibex, Davoeibett) kommen zu müssen.

Bertsch glaubt, das sicherste Merkmal für die Unterscheidung der drei Horizonte in dem Erhaltungszustand (verkalkt oder verkiest) der Petrefakten gefunden zu haben.

Ober-Gamma: Petrefakten verkalkt (Davoei-Region).
Mittel-Gamma: Petrefakten verkiest.
Unter-Gamma: Petrefakten verkalkt.

Aber ganz abgesehen von den organischen Einschlüssen, bzw. dem Erhaltungszustand der früheren Lebewelt, führt schon die einfache äußere Form der graphischen Darstellung der Profile zu einer Dreiteilung des Lias-Gamma. Deutlich kommt zum Ausdruck, daß die leitenden Horizonte in Unter- und Ober-Gamma dicht gedrängt beisammen liegen, während in der Mittel-Region verhältnismäßig wenige auftreten. Nach dieser Einteilung würde Unter-Gamma mit einer Gesamtmächtigkeit von ca. 2.50 m drei solcher leitenden Kalkbänke umfassen, und zwar die Kalkbank I und die Fleckenkalkbänke II und III.

Mittel-Gamma besteht bei einer durchschnittlichen Schichtmächtigkeit von 5.50 m bis 6.50 m, je nachdem man die Fleckenkalkbank a noch hinzunimmt oder nicht, nur aus drei oder vier durchgehenden Kalkbänken.

Ober-Gamma zeigt dann wieder ein starkes Anwachsen der Zahl der leitenden Kalkbänke. Es treten hier bei einer Schichtmächtigkeit von ca. 2 m vier leitende Fleckenkalkbänke (Fleckenkalkbänke A—D) auf. Beim Vergleich dieser rein aus graphischer Darstellung abgeleiteten Einteilung mit derjenigen von Bertsch oder Oppel zeigt sich vielleicht doch eine gewisse Übereinstimmung, die aus folgender Nebeneinanderstellung ersichtlich ist:

	Bertsch	Oppel	Rapp
Ober-Gamma:	verkalkte Petrefakt.	Davoei-Reg.	F.B. A—D.
Mittel-Gamma:	verkieste Petrefakt.	Ammoniten-Reg.	F.B.a, V, IV Bk. x
Unter-Gamma:	verkalkte Petrefakt.	Gryphaeen-Bank	Bk. I, F.B. II u. III.

oder die einzelnen Abteilungen in Mächtigkeiten angegeben:

	Bertsch	Rapp
Ober-Gamma	ca. 2.00 m	2.00 m
Mittel-Gamma	6.50 m	5.50—6.50 m
Unter-Gamma	2.20 m	2.50 m

Nach dieser kurzen allgemein vergleichenden Übersicht bliebe übrig, die einzelnen leitenden Bänke mit ihren Zwischenlagen näher zu beschreiben. Zu diesem Zweck ist es doch der besseren übersichtlichen Darstellung wegen von Vorteil, nicht einfach einen Horizont nach dem anderen der Reihe nach zu beschreiben, sondern die ganze Schichtstufe des Lias-Gamma in Unter-, Mittel- und Ober-Gamma zu trennen und in diesen drei Abteilungen die einzelnen Lager zu charakterisieren.

Unterer Lias-Gamma.

Die Grenze des Lias-Beta/Gamma bildet ein dunkelrauchgrauer flasriger Mergelkalk mit zum Teil bräunlicher Verwitterungsrinde. Die Mächtigkeit von 35 bis 40 cm von Balingen bis Hinterweiler reduziert sich in Kirchheim auf 20—25 cm. Diese Bank, die sich im ganzen Gebiet so deutlich abhebt, ist in Nürtingen scheinbar verschwunden. Bei näherem Zusehen ergibt sich jedoch, daß sie nur in der gleichen Fazies ausgebildet ist wie der darüberliegende Horizont (Gryphaeen-Horizont), und daß beide Horizonte eine kompakte Einheit bilden. In Kirchheim vollzieht sich die Trennung der beiden Horizonte wieder in den unteren, jedoch stark reduzierten Mergelkalk und in den oberen Mergel-Horizont. In Kircheim ist ferner eine Verzahnung von Lias-Beta-Gamma festzustellen (Lindach-Bett). Bemerkenswert und zugleich eine weitere Eigentümlichkeit der Grenzbank ist die Einlagerung von Kalkgeoden und Geröllen in Balingen. Die Kalk-Gerölleinlagerungen sind zum Teil mit problematischen Flecken versehen. In einer solchen Kalkgeode an der Unterfläche der Grenzbank fand ich einen Ammonitenrest. Er ist allerdings schlecht erhalten. Aller Wahrscheinlichkeit nach han-

delt es sich um einen Ophioceras raricostatum Ziet. Diese Feststellung dürfte mit derjenigen von Bertsch (1878), der ebenfalls Ophioceras raricostatum aus der Grenzbank angibt, übereinstimmen. Was die eingeschlossenen Petrefakten der Grenzbank betrifft, so seien erwähnt:

Ammonites armatus nodogigas Qu.
Oxynoticeras numismalis Qu.
Spiriferina verrucosa v. Buch
Terebratula numismalis Qu.
Pecten priscus Schl.
Gryphaea cymbium Lamk.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
Rhynchonella rimosa v. Buch
Oxytoma inaequivalvis Sow.
Belemnites paxillosus Schl.

Auffallend an fast allen diesen Faunen-Elementen, besonders aber bei den Terebrateln und Rhynchonellen, ist bei Balingen die außerordentlich geringe Größe. Man könnte hier gut von einer Zwergfauna reden. Allgemein sei noch bemerkt, daß die Grenze Beta-Gamma besonders in Bächen sehr leicht festzustellen ist. Überall bedingt die erste harte Kalkbank über den weichen fetten Lias-Beta-Tonen einen kleinen Steilabfall und nötigt insofern das fließende Wasser zu Fällen. Obwohl der Unterschied in diesem Fall markant ist, so dürfte doch die Grenze nicht immer leicht festzustellen sein. Besonders in Steinbrüchen ist die Grenze rein nach der Farbe durchaus nicht so scharf, wie es oft in der Literatur angegeben wird. Aich, sowie Burckhardtsmaier und andere geben an, der Lias-Gamma beginne mit einer hellen Kalkbank. Demgegenüber sei jedoch festgestellt, daß in meinem ganzen Untersuchungsgebiet von einer hellen Grenzbank nichts zu entdecken war, im Gegenteil, der Farbunterschied der Grenzbank gegenüber den Beta-Tonen ist durchaus nicht scharf. Einem Schwarz der Beta-Tone steht ein Dunkelblau der Grenzbank gegenüber. Höchstens erscheint, bedingt durch die Verwitterung, eine etwas gelbe bis gelbbraune Farbtönung.

Gryphaeenhorizont.

Über der Grenzbank von Beta-Gamma, im Normalprofil kurz mit Bk. I bezeichnet, folgt die aus der Literatur genügend bekannte „Cymbium-Bank", so benannt nach dem massenhaften Auftreten der Gryphaea-cymbium Lamk. Der Gesteinsausbidung nach ist es ein Mergelhorizont, zum Teil etwas verfestigt, von rauchgrauer bis dunkelblauer Farbe, die in verwittertem Zustand in ein Gelb bis Gelbbraun umschlagen kann. Die Mächtigkeit des Gryphaeenhorizontes beträgt in:

Balingen	50 bis 60 cm,
Mössingen	50 cm,
Hinterweiler	45 cm,
Kirchheim	25 cm.

Für Nürtingen kann keine Mächtigkeit angegeben werden, da die Grenzbank zusammen mit dem Gryphaeen-Horizont einen einzigen plumpen Felsen bildet. Wenn man die Fauna des Horizontes und hier speziell das leitende Element der Fauna, die Gryphaea cymbium Lamk., in Betracht zieht, so fällt sofort die verschiedenartige Ausbildung in Gestalt, Größe, Dick- oder Dünnschaligkeit und die verschiedene Häufigkeit der Gryphaea auf. Was die Größe, Dick- bzw. Dünnschaligkeit der Gryphaea cymbium betrifft, so kann man in Balingen feststellen, daß die Gryphaeen außerordentlich klein und mitunter äußerst dünnschalig sind. Diese Gryphaeen würde niemand ohne Angabe von Lage und Fundort als zu der Art Gryphaea cymbium gehörig betrachten. Das Vorkommen der Gryphaeen ist bei Balingen verhältnismäßig selten. Die Seltenheit, Dünnschaligkeit und der Zwergwuchs einer Muschelfauna gelten keineswegs als Merkmale für eine geringe Meerestiefe. Auf jeden Fall läßt sich ein derartiges Auftreten einer Muschelfauna in keiner Weise mit einer Regression des Meeres in Beziehung bringen. Frebold (1927) schreibt in einer neueren Arbeit: „Die Bildung der Bank mit Gryphaea cymbium fällt in eine Zeit, in der sich Meso-Europa völlig hob ... Die Abnahme der Wassertiefe äußert sich in der Besiedlung des Meeresbodens mit Gryphaea cymbium, in dem Vorherrschen der Brachiopoden, teilweise sogar in Aufarbeitungszonen, sowie vor allem auch in dem Fehlen von Ammoniten, für die bei ständig flacher Wasserbedeckung keinerlei Lebensmöglichkeiten mehr vorhanden waren." Einen Hauptgrund für seine Erklärung erblickt Freblod also in dem Auftreten von Aufarbeitungszonen. Demgegenüber wäre zu sagen, daß in dem untersuchten Gebiet keine Spur von einer Aufarbeitungsfläche innerhalb des Gryphaea-Cymbium-Horizontes zu entdecken war. Aus den Literaturangaben ist mir ebenfalls nichts Derartiges bekannt. Wie verhält es sich nun mit den Ammoniten?

Fraas gibt schon bei der Beschreibung eines entsprechenden Profils von Erzingen an: „Es findet sich sogleich unten in einer drei Fuß starken Schicht von Kalkmergeln Ammonites Taylori und natrix" und

Frank (1926): „In der unteren Bank des Lias-Gamma finden sich Gryphaea cymbium, Terebratula punctata, Phylloceras ibex, Cycloceras Maugenesti, Cycloceras Valdani, Lytoceras lineatum, Liparoceras Henleyi."

Gümbel führt aus demselben Horizont in Kunreuth bei Erlangen neben den schon angeführten Petrefakten Ophioceras raricostatum an.

Tatsache ist also:

1. Auftreten einer Zwergfauna, verbunden mit Dünnschaligkeit derselben.
2. Fehlen von Aufarbeitungszonen in dem Gebiet von Kirchheim bis Balingen.
3. Vorkommen von Ammoniten.

Drei Tatsachen, deren eine schon genügen würde, die Annahme von Frebold zweifelhaft erscheinen zu lassen. Die einzige Möglichkeit, diese verschiedenen Standpunkte zu vereinigen, dürfte vielleicht darin zu suchen sein, daß sich die spezielleren Beobachtungen Frebolds auf ein ganz anderes Gebiet beziehen. Auf jeden Fall liegen in Schwaben und nach Frank auch in Nordbayern die Verhältnisse anders. Die Hebung zur Gryphaea cymbium-Zeit ist aller Wahrscheinlichkeit nach nicht allerorts zur gleichen Zeit und in gleicher Weise erfolgt. Dadurch sind die verschiedenen Resultate in den verschiedenen Beobachtungsgebieten zu erklären.

An Fossilien im Gryphaeen-Horizont sind anzuführen:

Ammonites armatus nodogigas Qu.
Oxynoticeras numismalis Qu.
Gryphaea cymbium Lamk.
Pecten priscus Schl.
Terebratula numismalis Qu.
Rhynchonella rimosa v. Buch.
Pholadomya decorata Hartm.
Belemnites paxillosus Schl.
Oxytoma inaequivalvis Sov.

Fleckenkalkbank II (F.B. II).

Mit der Fleckenkalkbank II tritt uns zum erstenmal die für Lias-Gamma so äußerst charakteristische Ausbildung der Kalkbänke entgegen. Wie schon in der Überschrift hervorgehoben, handelt es sich um einen Fleckenkalk. Unter einem Fleckenkalk, um das hier nochmals zu wiederholen, versteht man einen Kalk von meistens bläulicher Farbe, der durchsetzt ist entweder mit schwarzen, röhrenähnlichen Gängen oder mit Flecken von mehr oder weniger willkürlicher Ausbildung. Der Fleckenkalk ist jedem Geologen bekannt und besonders den kartierenden Geologen höchst willkommen. Von dieser Art der Kalkbank sagt Bertsch (1878): „Es genügt schon ein Schlag mit dem Hammer, was übrigens von allen Bänken gilt, um wenige Stücke von einer dieser harten Fleckenkalkbänke abzusprengen, um zu sehen, daß wir es mit festerem Gestein von homogener Bruchfläche und hellerer Farbe als das umgebende Gestein zu tun haben.“ Meistens sind aber diese Bänke schon an ihrer

äußeren Farbe zu erkennen. Die Verwitterungsrinde derselben ist fast immer rotbraun. Der Wechsel in der Mächtigkeit der Fleckenkalkbank II ist aus folgender Tabelle zu ersehen:

Balingen	33 cm,
Mössingen	35—42 cm,
Hinterweiler	30 cm,
Nürtingen	25—30 cm,
Kirchheim	25 cm.

An Petrefakten in dieser Bank sind zu erwähnen:

Belemnites paxillosus Schl.
Rhynchonella rimosa v. Buch.
Terebratula numismalis Qu.
Pecten priscus Schl.
Echinodermen-Bruchstücke.

Auf zwei Eigentümlichkeiten der Fleckenkalkbank II muß noch kurz eingegangen werden, erstens auf die ganze Ausbildung der Bank und zweitens auf die Fauna. Was den letzteren Punkt angeht, so wurde wiederum in Balingen festgestellt, wie schon früher bei Gryphaea cymbium, daß die Fauna dieses Horizontes ebenfalls eine Zwergfauna darstellt. Besonders trifft dies für die Brachiopoden zu. Das Besondere der Ausbildung der Bank beruht auf den Flecken, deren Häufigkeit wechselt. Im großen und ganzen herrscht eine unregelmäßige Verteilung der Flecken. Aber in einer gewissen Zone, meistens an der Oberkante einer Kalkbank, häufen sich die Flecken immer mehr an, so daß dadurch eine Lage von ganz dunkelblauer meistens aber schwarzer Farbe entsteht. Diese Lage sei vorerst als verschwemmte Fleckenlage bezeichnet und eine Erklärung hierfür später noch gegeben.

Die Zone des Liparoceras Taylori Sow.

Die Zwischenschicht der Fleckenkalkbänke II und III besteht aus blauen Mergeln, die bei der Verwitterung eine hellgraue bis gelbbraune Farbe annehmen. Es ist ein ausgesprochener Leithorizont. Er birgt eingeschlossene Petrefakten in einer solch ungeheuren Menge, daß man geneigt ist, diesen Horizont als Trümmerhorizont zu bezeichnen. Mit Ausnahme der Cephalopoden ist hier die ganze typische Fauna des Lias-Gamma vereinigt. An Fossilien sind zu erwähnen:

Liparoceras Taylori Sow.
Ammonites armatus nodogigas Qu.
Oxynoticeras numismalis Qu.
Gryphaea cymbium Lamk. (selten, nur in Balingen u. Hinterweiler).

Terebratula numismalis Qu.
Pecten priscus Schl.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
Rhynchonella rimosa v. Buch.
Oxytoma inaequivalvis Sow.
Belemnites paxillosus-Schl.
Cidaris-Stacheln.

Die Mächtigkeit dieses Horizontes beträgt in:

Balingen	60—70 cm,
Mössingen	70—80 cm,
Hinterweiler	70—80 cm,
Nürtingen	80—85 cm,
Kirchheim	45—50 cm.

In Kirchheim schieben sich drei lichtgraue Mergelkalkplatten ein. Bemerkenswert ist, daß in den unteren 10 cm sich noch die verschwemmte Fleckenlage der vorhergehenden Fleckenkalkbank II bemerkbar macht.

Die Fleckenkalkbank III (F.B. III).

Über der Zone des Liparoceras Taylori Sow. liegt eine der überragendsten Leitbänke im unteren und mittleren Schichtkomplex des Lias-Gamma: die Fleckenkalkbank III. Sie ist ein äußerst harter, blauer Kalk, öfters mit Calcit überkrustet und mit der typischen verschwemmten Fleckenlage. Meistens zerfällt sie in zwei Lagen von ca. 15 cm und 40—45 cm Mächtigkeit. Die zwei Lagen werden nicht wie zumeist durch Mergel getrennt, sondern durch eine verschwemmte Fleckenlage. Die Flecken sind in dieser Bank so einzigartig ausgebildet, daß man diese Bank an jedem Handstück sofort wiedererkennen kann. Die Fauna der Fleckenkalkbank III ist im großen und ganzen sehr eintönig zu nennen:

Belemnites paxillosus Schl.
Rhynchonella rimosa v. Buch.
Terebratula numismalis Qu.
Pentacrinus basaltiformis Mill.

Die Bank ist nicht durch die Fauna, sondern durch ihre Mächtigkeit, ihre Ausbildung und durch die ganze Lage im Schichtverband charakterisiert. Unter der Bank befindet sich der ausgezeichnete Trümmerhorizont, die Zone des Liparoceras Taylori Sow., während die darüberlagernden Mergel durch das erstmalige häufige Auftreten von Ammoniten, speziell von Uptonia Jamesoni Buckm., gekennzeichnet sind. Mit der Fleckenkalkbank III würde nach der am Schluß des ersten Abschnittes von „Die Beschreibung der Leit-

horizonte“ angeführten Einteilung der untere Lias-Gamma abschliessen. Darüber lagert der mittlere Lias-Gamma oder die Zone, die kurz unter dem Namen „Ammoniten-Zone“ oder die „Zone der verkiesten Ammoniten“ zusammengefaßt wird.

Mittlerer Lias-Gamma.

Die Grenze dieser mittleren Abteilung bildet gegen den unteren Lias-Gamma die äußerst markante Fleckenkalkbank III. Gegen den oberen Lias-Gamma bildet der Davoei-Horizont eine natürliche Grenze, natürlich insofern, als die Farbe vom Blau der unteren und mittleren Abteilung in ein Gelb bis Gelbbraun innerhalb der Davoei-Region umschlägt. Das typische Gepräge erhält die mittlere Zone des Lias-Gamma durch das überreiche Auftreten der Cephalopoden. Es erübrigt sich hier, nochmals auf die Lagerungsverhältnisse der Ammoniten einzugehen. Es sei nur auf die graphische Darstellung der vertikalen Verbreitung der Ammoniten im Lias-Gamma (Tafel II) aufmerksam gemacht.

Die Gesamt-Mächtigkeit von Mittel-Gamma, ausschließlich der Fleckenkalkbank a, beträgt in:

Balingen	460 cm,
Mössingen	700 cm,
Hinterweiler	700 cm,
Nürtingen	700 cm,
Kirchheim	630 cm.

Bertsch (1878) führt als weiteres Merkmal dieser Region an: „Alle Petrefakten sind verkiest, mit einziger Ausnahme vielleicht des hier sich findenden Pentacrinites basaltiformis (Briareus?) und der Belemniten.“ Dies ist im großen und ganzen auch richtig. Aber keine Regel ohne Ausnahme, denn ich fand im Zementbruch von Balingen Uptonia Jamesoni innerhalb von Mittel-Gamma, und zwar in der Fleckenkalkbank IV, nicht verkiest, sondern verkalkt. Unter den mineralischen Bestandteilen ist die starke Beteiligung von Pyrit in Mittel-Gamma zu erwähnen. Pyrit-Konkretionen bzw. durch Verwitterung in Brauneisen umgewandelte Gebilde scheinen eine unbegrenzte Mannigfaltigkeit zu besitzen. Die Leitbänke von Mittel-Gamma stellen die Fleckenkalkbänke IV, V und die Bank X dar, neben diesen schieben sich in die verschiedenen dazwischen gelagerten Mergelhorizonte auf kürzere Erstreckung weitere Bänke ein.

Schichten-Beschreibung.

Über der Grenzbank von Unter- und Mittel-Gamma (über der Fleckenkalkbank III) folgen dunkelblaue blättrige Mergel mit einer Mächtigkeit in

Balingen	von 230—240 cm,
Engstlatt	von 240 cm,
Mössingen	von 240 cm,
Ofterdingen	von 260 cm,
Hinterweiler	von 250 cm,
Ohmenhausen	von 230 cm,
Nürtingen	von 230 cm,
Kirchheim	von 210 cm.

Innerhalb dieses Mergelhorizontes treten wieder zwei Bänke auf. Die untere, der Fleckenkalkbank III nähergelegene Bank, sei mit X bezeichnet. Die Bank X hat eine Mächtigkeit von 10—25 cm und liegt über der Fleckenkalkbank III in

Balingen	von 110—120 cm,
Engstlatt	von 110—120 cm,
Hechingen	von 110 cm,
Mössingen	von 150 cm,
Hinterweiler	von 130—150 cm,
Ohmenhausen	von 120—130 cm,
Nürtingen	von 110—120 cm,
Kirchheim	von 90 cm.

Die Bank besteht aus dunkelblauem Kalk. Durch ihre Lage im Schichtverband, zusammen mit der äußerst charakteristischen braunen bis rotbraunen Verwitterungsrinde, ist auch diese Bank bei einiger Übung leicht aufzufinden und wird sogar zu einer Leitbank von allerdings untergeordneter Bedeutung.

Ganz dasselbe gilt auch von der oberen Bank innerhalb dieses Mergelhorizontes, nur mit der Einschränkung, daß diese Bank von Balingen nach Nord-Osten in Hinterweiler schon nicht mehr nachweisbar ist. Sie besteht ebenfalls aus blauem Kalk, der aber meistens in kürzerer Entfernung in verfestigten Mergel übergeht. Der Abstand dieser Bank von der Fleckenkalkbank III beträgt 180—190 cm.

Besitzt auch der Mergelhorizont allein ein Bestimmungsmerkmal? Die Lage im Schichtverband kann einerseits durch die zwei ausgezeichneten Fleckenkalkbänke III, die jetzt gleich zu besprechende Fleckenkalkbank IV und andererseits durch das erstmalige häufige Auftreten gewisser Faunenelemente festgelegt werden.

Die Fauna setzt sich zusammen aus:

Uptonia Jamesoni Buckm.
Platypleuroceras natrix. Qu.
Cycloceras Maugenesti d'Orb.
Ammonites pettos Qu.
Oxynoticeras numismalis Qu.
Pecten priscus Schl.
Rhynchonella rimosa v. Buch.
Terebratula numismalis Qu.
Belemnites paxillosus Schl.

Erwähnenswert ist noch, daß sich in Engstlatt in der Zwischenschicht von der Fleckenkalkbank IV und der oberen Bank ein Belemniten-Schlachtfeld befindet.

Fleckenkalkbank IV. (F.B. IV.)

Die Fleckenkalkbank IV ist so recht dazu geeignet, einen im Gelände zu leiten. Schon beim Betreten eines Steinbruches fällt diese Bank auf. Äußerlich ist sie innerhalb der blauen Mergel durch rotbraune Farbe und durch verhältnismäßig große Schichtmächtigkeit gekennzeichnet. Die Bank stellt in petrographischer Hinsicht einen sehr harten, hellgrauen bis bläulichen Kalk mit Muschelsplittern dar. Der Kalk ist im ganzen Gebiet fleckig, und die Flecken gehen gegen oben in eine sogenannte verschwemmte Fleckenlage über. Die Mächtigkeit ist im ganzen Gebiet mit 20—25 cm die gleiche.

Die Fauna der Fleckenkalkbank IV setzt sich zusammen aus:

Uptonia Jamesoni Buckm.
Belemnites paxillosus Schl.
Terebratula numismalis Qu.
Rhynchonella rimosa v. Buch.
Pecten priscus Schl.

Da diese Fauna aber eine ganz allgemeine Verbreitung im mittleren Lias-Gamma besitzt, ist sie zur Bestimmung der Bank unbrauchbar. Die petrographischen Merkmale und ihre Lage im Schichtverband bestimmen sie aber dafür zu einer geradezu überragenden Leitbank.

Die Schicht zwischen den Fleckenkalkbänken IV und V.

Die Mächtigkeit der Schicht zwischen den Fleckenkalkbänken IV und V beträgt in

Balingen	95—100 cm,
Engstlatt	100 cm,
Hechingen	100 cm,

Mössingen	80—90 cm,
Ofterdingen	100 cm,
Hinterweiler	100 cm,
Ohmenhausen	120—130 cm,
Nürtingen	100—110 cm,
Kirchheim	100 cm.

Sie besteht aus dunkelblauen, blättrigen Mergeln, in denen öfters härtere Lagen eingeschaltet sind. Diese härteren Lagen, durch verfestigte Mergel bedingt, sind aber rein lokaler Natur. Es ist meistens so, daß sie in einem Aufschluß an der einen Stelle noch unterschieden werden können, gleich wenige Meter daneben aber verschwunden sind, die härteren Lagen haben sich wieder in gewöhnliche Mergel aufgelöst.

Die Fauna setzt sich zusammen aus:

Uptonia Jamesoni Buckm.
Platypleuroceras natrix Qu.
Cycloceras Valdani d'Orb.
Cycloceras Maugenesti d'Orb.
Ammonites pettos Qu.
Nautilus aratus Schl.
Belemnites paxillosus Schl.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
Pentacrinus subangularis Mill.
Terebratula numismalis Qu.
Rhynchonella rimosa v. Buch.

Fleckenkalkbank V. (F.B. V.)

Die Fleckenkalkbank V bildet neben der schon beschriebenen Fleckenkalkbank IV den zweiten Leithorizont innerhalb des mittleren Lias-Gamma und stellt einen blauen bis blaugrauen Kalk mit unregelmäßig verteilten Flecken dar. Die Verwitterungsrinde zeigt, wie bei allen Kalkbänken, eine gelb- bis rotbraune Farbtönung.

Was die Fossilien betrifft, werden wir auch in dieser Kalkbank vergebens eine typische Form suchen. Es sind aufzufinden:

Terebratula numismalis Qu.
Belemnites paxillosus Schl.
Rhynchonella rimosa v. Buch.

Doch auch bei dieser Bank gibt uns die ganze Lage im Schichtverband ein Mittel an die Hand, uns auch ohne Fauna im Gelände zu orientieren und diesen Horizont festzulegen. Unter der Fleckenkalkbank V befindet sich die äußerst charakteristische Fleckenkalkbank IV, über der Fleckenkalkbank IV ein Mergelhorizont von einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 100 cm.

Die Schichtenfolge zwischen den Fleckenkalkbänken V u. a.

Über der Fleckenkalkbank V folgt ein Mergelhorizont, dessen Mächtigkeit, gemessen bis zur Fleckenkalkbank a, in

Balingen	90—95 cm,
Mössingen	340 cm,
Hinterweiler	310 cm,
Nürtingen	320 cm,
Kirchheim	280 cm

beträgt. Dieser Mergelhorizont zwischen der Fleckenkalkbank V und Fleckenkalkbank a läßt sich dann wieder, ausgenommen in Balingen, durch zwei bzw. drei Bänke einer Subzonengliederung unterziehen. Auf die Fleckenkalkbank V folgt, getrennt durch blaue Mergel, mit einer Schichtmächtigkeit in

Kirchheim	von 150—170 cm,
Nürtingen	von 180—200 cm,
Hinterweiler	von 200—210 cm,
Mössingen	von 200 cm

eine Fleckenkalkbank y, deren Mächtigkeit mit 15—20 cm von Kirchheim bis Mössingen dieselbe bleibt. Diese Fleckenkalkbank y konnte von Kirchheim ausgehend nur bis Mössingen nachgewiesen werden. Zu erwähnen ist dann noch, daß sich zwischen Ohmenhausen und Mössingen innerhalb des von den Fleckenkalkbänken V und y begrenzten Mergelhorizontes eine Lage verfestigter Mergel bzw. Kalk mit einer Mächtigkeit von 15—20 cm schiebt, und zwar im Abstand von 60—70 cm von der Fleckenkalkbank V.

Über der Fleckenkalkbank y folgen wieder Mergel mit einer Mächtigkeit von 100—120 cm, die dann von der Fleckenkalkbank a überlagert werden. Dieser Mergelhorizont läßt sich wieder gliedern. Über der Fleckenkalkbank y tritt im Abstand von 50—60 cm in Kirchheim eine Kalkbank auf, die zum Teil in verfestigte Mergel übergeht.

In Nürtingen tritt im Abstand von 70 cm ein Fleckenkalk,
in Hinterweiler treten im Abstand von 60 cm Kalkgeoden,
in Mössingen tritt im Abstand von 80 cm Kalk auf,

der zum Teil in verfestigte Mergel von ca. 10 cm Mächtigkeit (Bk. z) übergeht. In südwestlicher Richtung von Kirchheim ausgehend läßt sich auch diese Bank bis Mössingen nachweisen. Die einzelnen dazwischen gelagerten Mergelhorizonte bestehen aus dunkelblauen blättrigen Mergeln, deren Farbe sich allerdings über der Kalkbank z von dem Blau in ein Gelb bis Gelbbraun verwandeln

kann. Sie stellen so einen Übergang von Unter- und Mittel-Gamma zu Ober-Gamma dar.

Palaeontologisch sind diese Mergelhorizonte äußerst lehrreich. Es treten die verschiedenartigsten Ammonitenformen auf:

Uptonia Jamesoni Buckm.
Cycloceras Maugenesti d'Orb.
Platypleuroceras natrix Qu.
Cycloceras Valdani d'Orb.
Phylloceras ibex Qu.

Wir haben also im Grund das Zusammenvorkommen aller wesentlichen Ammoniten des Lias-Gamma, mit Ausnahme des Liparoceras Taylori und des Deroceras Davoei. Die oberste Mergellage über der Bank z enthält den Phylloceras ibex, meistens aber selten. Nur in Mössingen konnte er häufiger dem Anstehenden entnommen werden. Dort war es auch möglich, wie schon früher angeführt, eine strenge Grenze zwischen dem Lager des Phylloceras ibex und den anderen Ammoniten zu ziehen. Außer Phylloceras ibex konnte trotz mehrmaliger Besuche dieser Stelle weder Uptonia Jamesoni noch ein anderer oben angeführter Ammonit gefunden werden. Durch diese Ausführung soll aber durchaus nicht gesagt sein, daß die anderen Ammoniten mit einem Schlag aufhören zu existieren. Wir wissen, daß z. B. Uptonia Jamesoni selbst noch in der Davoei-Region öfters nachgewiesen worden ist. Damit ist eigentlich schon klar, daß ein völliges Aufhören der anderen Ammoniten innerhalb der „Ibex-Zone" nicht in Frage kommen kann. Neben den Cephalopoden sind anzuführen:

Belemnites paxillosus Schl.
Belemnites clavatus Schl.
Pecten priscus Schl.
Rhynchonella rimosa v. Buch.
Terebratula numismalis Qu.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
Pentacrinus subangularis Mill.

Zu erwähnen ist, daß Belemnites clavatus zum erstenmal in typischer Ausbildung in dem Mergelhorizont zwischen der Bank z und der Fleckenkalkbank a nachzuweisen ist.

Allein schon diese Fauna, auch ohne die Cephalopoden, würde durch Mannigfaltigkeit und Häufigkeit gewisser Arten diesen Horizont genügend charakterisieren. Die Pentacriniten sind, wie schon bei der Besprechung der Zwischenschicht der Fleckenkalkbänke IV und V angeführt wurde, zu großen Massen vereint. Weiter kommt noch das Heer der anderen Petrefakten dazu. Das Ganze bildet ein Trümmerfeld, das durch die verschiedenartigsten Reste der Lebewesen der Vorzeit aufgeschichtet worden ist.

Fleckenkalkbank a.

Über dem Trümmerfeld der „Ibex-Zone" liegt ein graublauer Kalk. Er ist fleckig und besitzt eine rotbraune Verwitterungsrinde. Die Mächtigkeit beträgt in

Balingen	10—14 cm,
Mössingen	15 cm,
Hinterweiler	10—12 cm,
Nürtingen	14—18 cm,
Kirchheim	10—14 cm.

Die Fauna muß im Vergleich mit der des vorhergehenden Mergelhorizontes als auffallend eintönig angesprochen werden. Mit Belemnites paxillosus, Belemnites clavatus und Terebratula numismalis ist die ganze Fauna der Fleckenkalkbank a angeführt.

Nach der Beschreibung dieser Fleckenkalkbank a erhebt sich die Frage: Wo trennen wir Mittel-Gamma (Region der verkiesten Ammoniten) von Ober-Gamma oder der Davoei-Region ab? Eigentlich liegt die Abgrenzung schon in der Bezeichnungsweise der zwei Abteilungen:

Mittel-Gamma	Ober-Gamma
Auftreten von verkiesten Ammoniten.	Auftreten des Deroceras Davoei.

Diese beiden Abteilungen haben keine Übereinstimmung mit den Merkmalen der Fleckenkalkbank a, denn wir finden weder verkieste Ammoniten noch Deroceras Davoei. Trotzdem sei die Flekkenkalkbank a mitsamt dem darüberliegenden Mergelhorizont zu dem Davoei-Horizont gerechnet. Für diese Abgrenzung kommen weder Ammoniten noch andere Elemente der Fauna in Betracht. Der Mergelhorizont jedoch, der über der Fleckenkalkbank a liegt, besteht aus hellgrauem oder gelblichem Kalkmergel von einer Mächtigkeit in

Balingen	von 70—75 cm,
Mössingen	von 60 cm,
Hinterweiler	von 40—45 cm,
Nürtingen	von 40 cm,
Kirchheim	von 40 cm.

Die Farbe dieses Mergelhorizontes steht also mit derjenigen der bisherigen Horizonte in einem schroffen Gegensatz. Einem Blau von Unter- und Mittel-Gamma steht ein Gelb bis Gelbbraun dieses Horizontes gegenüber. Das Gelb bis Gelbbraun ist aber, wie schon früher erwähnt, neben dem Deroceras Davoei das Hauptunter-

scheidungsmerkmal von Mittel- undOber-Gamma. Der Vollständigkeit halber sei noch angeführt, daß in Kirchheim und Balingen die gelbe bis gelbbraune Farbe nicht so deutlich in Erscheinung tritt.

Die Region des Deroceras Davoei.

Sie besteht in der Regel aus vier Fleckenkalkbänken, die im Normalprofil mit F.B. A—D bezeichnet wurden. Die unteren drei Bänke (A—C) gleichen einander wie ein Ei dem anderen. Alle führen Deroceras Davoei, Belemnites paxillosus und Belemnites clavatus. In den Bänken B und C ist außerdem noch Pentacrinus basaltiformis zu finden. Die Mächtigkeit der einzelnen Fleckenkalkbänke, sowie die der dazwischen gelagerten Mergelhorizonte geht aus den einzelnen Profilen klar hervor. Es sei nur erwähnt, daß sich zwischen den Fleckenkalkbänken A und B in Balingen das „Belemniten-Schlachtfeld" Quenstedts befindet. Ich führe es deshalb an, weil Frebold in seiner hier schon öfters angeführten Arbeit schreibt: „Die Zeit des Ammonites Davoei beginnt mit dem ersten „Belemniten-Schlachtfeld"." Wenn hier überhaupt nochmals kurz von den Belemniten-Schlachtfeldern die Rede sein darf, so wäre zu sagen, daß innerhalb der Davoei-Region die Belemniten in allen Mergelzwischenlagen vorkommen können, und wenn nicht in Belemniten-Schlachtfeldern, so doch in massenhaften Ansammlungen (Kirchheim). Den Abschluß des ganzen Lias-Gamma bildet die Fleckenkalkbank D mit Deroceras Davoei, die in der Literatur auch kurz als „Davoei-Bank" bezeichnet wird. Sie ist äußerst charakteristisch, sowohl in Bezug auf Mächtigkeit und Farbe als auch auf die ganze innere Struktur und Fleckenausbildung. Diese Bank besteht aus einem sehr harten, dichten, hellgrauen bis hellblauen Fleckenkalk mit einem Stich ins Gelbliche und einer gelben bis rotbraunen Verwitterungsrinde. Eine sonst nirgends beobachtete Ausbildung dieser Bank findet sich in Kirchheim. Dort steht ein hellblauer bis grauer Fleckenkalk mit einer Mächtigkeit von 20—25 cm an. Außerdem ist dort noch in der Bank eine Konglomeratbildung vorhanden.

An Fossilien sind in der Davoei-Bank anzuführen:

Deroceras Davoei d'Orb.
Amaltheus margaritatus Montf.
Inoceramus nobilis Goldf.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
Terebratula numismalis Qu.
Belemnites paxillosus Schl.
Belemnites clavatus Schl.

Amaltheus margaritatus, ein Leitfossil für Lias-Delta, tritt also tatsächlich schon in Lias-Gamma bzw. in der Grenzbank von Lias-Gamma zu -Delta auf. Der Amaltheus margaritatus tritt aber sogar

noch früher auf. So fand ich ihn z. B. in Kirchheim sowohl in dem Mergelhorizont zwischen den Fleckenkalkbänken C und D als auch in demjenigen der Fleckenkalkbänke B und C, also ca. 70 cm unter der Grenzbank von Lias-Gamma und Delta. Zu erwähnen ist, daß die Amaltheus-Form, welche in dem Mergelhorizont zwischen den Fleckenkalkbänken B und C vorkommt, wohl eine Kerbung der Externseite zeigt, ohne aber einen ausgesprochenen Zopfkiel herauszubilden.

Die ganze Mächtigkeit der Davoei-Region beträgt, wenn man nur die vier Fleckenkalkbänke (A bis D) berücksichtigt, in

Balingen	125—130 cm,
Mössingen	140 cm,
Hinterweiler	160—170 cm,
Nürtingen	170—180 cm,
Kirchheim	170—180 cm.

In Balingen ist die Mächtigkeit der Davoei-Region geringer als im übrigen Gebiet. Die Ursache ist auf das Auskeilen der Fleckenkalkbank C zusammen mit dem Mergelhorizont zwischen den Flekkenkalkbänken C und D zurückzuführen. Es läßt sich schön verfolgen, wie der Mergelhorizont von Kirchheim in Richtung Balingen abnimmt. Die Mächtigkeit der Mergelzwischenlage von den Fleckenkalkbänken C und D beträgt in

Kirchheim	60 cm,
Nürtingen	60 cm,
Hinterweiler	40 cm,
Mössingen	8—15 cm.

Ferner sind in Balingen anstelle der vier Fleckenkalkbänke innerhalb der Davoei-Region nur deren drei aufzufinden. Die Mächtigkeit des ganzen Davoei-Horizontes, wenn man noch die Fleckenkalkbank a und den unteren Mergelhorizont zu Ober-Gamma rechnet, beträgt in

Balingen	210 cm,
Mössingen	220 cm,
Hinterweiler	210 cm,
Nürtingen	230 cm,
Kirchheim	230 cm.

Die zuletzt beschriebene Fleckenkalkbank D oder die „Davoei-Bank" gilt in neuerer Zeit allgemein als Grenze zwischen Lias-Gamma und -Delta. Die Schichtenfolge des Lias-Gamma hätte damit ihr Ende gefunden, und die nächste Unterstufe, die vierte innerhalb des Lias nach Quenstedt, nimmt ihren Anfang. Trotz dieser Abgrenzung ist es doch von Wichtigkeit, kurz auf die Grenzführung zwischen Lias-Gamma und -Delta einzugehen. Um die Frage über die Grenze des Lias-Gamma und -Delta entscheiden zu können, ist es nötig, die

Kreise etwas weiter zu ziehen. Es ist vor allen Dingen erforderlich, den Schichtstoß über der Davoei-Bank noch kurz zu beschreiben. Über der Davoei-Bank folgen typische Lias-Gamma Mergel (also keine fetten Tone) mit einer Mächtigkeit in

Balingen	von	25 cm,
Hinterweiler	von	30—35 cm,
Nürtingen	von	40 cm,
Kirchheim	von	20—30 cm.

In diesem Horizont läßt sich das erstmalige etwas häufigere Auftreten des Amaltheus margaritatus innerhalb von Mergeln beobachten.

An Fossilien wurden dann ferner gefunden:

Belemnites paxillosus Schl.
Belemnites clavatus Schl.
Terebratula numismalis Qu.

Getrennt durch eine Fleckenkalkbank mit einer Mächtigkeit von ca. 10 cm folgen wieder Mergel, und zwar wieder typische Lias-Gamma-Mergel. Die Mächtigkeit der einzelnen Horizonte spielt keine so große Rolle, vielmehr interessiert die Fossilführung und die Beschaffenheit der Sedimente.

Dieser Mergelhorizont führt:

Deroceras Davoei d'Orb.
Amaltheus margaritatus Montf.
Belemnites paxillosus Schl.
Belemnites clavatus Schl.
Terebratula numismalis Qu.

Dies ist eine Fauna, die nichts weniger als eindeutig ist, denn sie spricht für Lias-Gamma und -Delta gleichzeitig.

Die hangende Schicht ist ein blauer Fleckenkalk mit rotbrauner Verwitterungsrinde. Besonders auffallend ist bei dieser Bank die Anreicherung von Muschel- und Echinodermen-Bruchstücken.

Die Mächtigkeit beträgt in

Balingen	10—15 cm,
Hinterweiler	15—20 cm,
Nürtingen	20 cm,
Kirchheim	15—22 cm.

An Fossilien werden in dieser Fleckenkalkbank angetroffen:

Amaltheus margaritatus Montf.
Belemnites paxillosus Schl.
Belemnites clavatus Schl.
Terebratula numismalis Qu.
Pentacrinus basaltiformis Mill.

Was die Ausbildung der Kalkbank in Kirchheim betrifft, so haben wir es wieder mit einem blauen Kalk mit sehr vielen Muschel-

splittern zu tun. Der Bank ist an der Unterkante ein Konglomerat eingelagert. Über der Bank folgen dann abwechselnd wieder Kalkmergel und Mergelkalk. Die Schichtfolge über der Davoei-Bank kann aus den Profilen Balingen, Hinterweiler, Nürtingen und Kirchheim (am Schluß der Arbeit) entnommen werden. In diesen Profilen wird gezeigt, daß eine stratigraphische Grenzführung zwischen Lias-Gamma und -Delta in dieser Weise im strengen Sinn nicht möglich ist. Tatsache ist das häufigere Auftreten des Amaltheus margaritatus über der Davoei-Bank. Aber das erstmalige Auftreten der Amaltheus-Formen fällt schon in die Schichtstufe des oberen Lias-Gamma. Das erstmalige Auftreten der Amaltheen über der Davoei-Bank kann für die derzeitige Abgrenzung nicht mehr in Frage kommen. Was Deroceras Davoei anbelangt, so ist ja bekannt, daß derselbe fluktuiert. Ich fand ihn auch ungefähr 80—100 cm über der eigentlichen Davoei-Bank bei Kirchheim. Diese Tatsache spricht gegen die Unantastbarkeit der in der Literatur bisher zumeist anerkannten Abgrenzung von Lias-Gamma und -Delta. Terebratula numismalis, ein Fossil des Lias-Gamma und speziell des mittleren Lias-Gamma findet sich in Kirchheim und Hinterweiler zusammen mit Amaltheus margaritatus ebenfalls über der Davoei-Bank.

In der Gesteinsbildung sind zu unterscheiden: Lias-Gamma Kalkmergel, Lias-Delta Tone, ein Gegensatz, der sich im Gelände schon äußerlich an der Farbe gut bemerkbar macht. Die Mergel sind grau, die Tone schwarz. Wie steht es nun mit den Mergelhorizonten über der Davoei-Bank in Beziehung zur Abgrenzung von Lias-Gamma und -Delta? Die Mergelhorizonte bestehen aus typischen Lias-Gamma Mergeln, die erst nach oben, hier besonders über der Amaltheen-Bank, in typische Lias-Delta Tone übergehen. Das Für und Wider der Grenzführung wird vielleicht in einer einfachen Gegenüberstellung am besten verständlich.

Für die Grenzführung:	Gegen die Grenzführung:
Häufiges Auftreten des Deroceras Davoei.	1. Vorkommen des Deroceras Davoei in höheren Schichten. 2. Vorkommen von Terebratula numismalis in höheren Schichten. 3. Vorkommen von Amaltheus margaritatus unter der Davoeibank. 4. Keine Grenze in facieller Hinsicht.

Also, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, eine Tatsache für und vier Tatsachen gegen die jetzige Grenzführung. Wenn man das Für und Wider betr. der Grenze gegeneinander abwägt und noch die praktische Seite mit heranzieht, so dürfte das Urteil dahingehend lauten: Wenn auch aus paläontologischen Gründen die Davoeibank

nie und nimmer eine Grenze zwischen Lias-Gamma und -Delta bildet, so dürfte die Davoei-Bank doch unter Voranstellung der praktischen Seite als Abschluß des Lias-Gamma gelten. Die darüberliegenden Schichten können, wie aus den soeben angeführten Beispielen klar hervorgegangen sein dürfte, meiner Ansicht nach weder zu Lias-Gamma noch zu Lias-Delta gezählt werden. Man sollte sich daher für einen Übergangshorizont im Sinne Quenstedts entscheiden.

Palaeogeographie.

Zur Ausführung palaeogeographischer Untersuchungen brauchen wir einen Plan, der in unserem Fall mit einer völlig geklärten Stratigraphie identisch ist, wobei die Fauna, die Fazies und die Schichtmächtigkeit die wichtigsten Faktoren sind. Für die verschiedenen faziellen Ausbildungen läßt sich eine gewisse Gesetzmäßigkeit nachweisen, so z. B. sind für Küstenablagerungen vor allem charakteristisch: Konglomerate und grobklastisches Material. Gegen das Beckeninnere geht dieses über in ein feinsandigeres (Detritus), das dann seinerseits in noch tieferen Zonen einem Ton- und Kalkschlamm Platz macht. Von der gleichen Wichtigkeit wie der Gesteinscharakter ist der Fossilinhalt. Es ist eine altbekannte Tatsache, daß Tiere mit dickschaligem Gehäuse für Strandablagerungen, solche mit dünner Schale und kleinem Wuchs für größere Tiefen charakteristisch sind. Nächst dem Gesteinscharakter und dem Fossilinhalt der einzelnen Schichtfolgen kommt für palaeogeographische Zwecke die Mächtigkeit der Schichten in Frage. Die Mächtigkeit der Gesteinsserie ist in dem untersuchten Gebiet von umso größerer Wichtigkeit, da die Fazies des Lias-Gamma in diesem Gebiet beinahe konstant bleibt und die Mächtigkeit doch in gewisser Weise den Ausdruck eines mehr oder weniger tief gelegenen Gebietes darstellt. Durch Aufzeichnen von Kurven gleicher Mächtigkeit haben wir ein vorzügliches Mittel an der Hand, die morphologische Gestaltung der Oberfläche festzustellen.

Nach diesen allgemeinen Ausführungen soll nunmehr der Versuch gemacht werden, den Lias-Gamma palaeogeographisch wiederzugeben. Der wichtigste Punkt ist die Frage nach dem Beckentiefsten, liegt es in Richtung Kirchheim oder bei Balingen? Um diese Frage beantworten zu können, müssen wir neben der Mächtigkeit noch die Fauna zu Rate ziehen. Bekanntlich sprechen im Gegensatz zu dickschaligen und normal ausgebildeten Formen dünnschalige mit kleinem Wuchs für ein tieferes Ablagerungsbecken. Vergleichen wir dementsprechend die beiden problematischen Punkte Balingen mit einer geringeren Mächtigkeit und Kirchheim mit einer großen Mächtigkeit der Schichten des Lias-Gamma miteinander, so muß, obwohl die Mächtigkeit in Balingen geringer ist als anderswo, die größere

Meerestiefe doch dorthin gelegt werden; denn die Muscheln und Brachiopoden sind bei Balingen dünnschalig und zwergwüchsig. Wie erklärt sich aber die größere Mächtigkeit außerhalb Balingens? Diese dürfte mit einem Zustrom größerer Sedimentmassen aus Südosten ihre Erklärung finden. Ähnlich wie dies Frank zur Deutung des Angulatensandsteins angenommen hat, dessen größte Mächtigkeit ins Gebiet von Kirchheim-Plochingen fällt, während der Sandkomplex von hier aus gegen Südwesten (Balingen) und Nordosten (Gmünd) allmählich auskeilt. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Beckentiefste für den Lias-Gamma bei Balingen zu suchen ist. Im Vergleich zur Lias-Alpha Zeit hat sich das Beckentiefste etwas gegen Süd-Südwesten verschoben. Die Verflachung des Meeres ist im württembergisch-bayrischen Grenzgebiet schon sehr weit vorgeschritten, und schon macht sich der Einfluß der Küstennähe bemerkbar, da Quarzgeröllagen bis in dieses Gebiet hineinreichen und von hier aus gegen Osten (Weißenburg), zunehmen, wie dies die Untersuchungen von Frank zweifelsfrei ergeben haben. Ähnliche Verhältnisse sind gegen Südosten anzunehmen, obwohl wir hier keine exakten Beobachtungen mehr anstellen können, da der fragliche Schichtkomplex durch jüngere Sedimente bedeckt und so der Beobachtung entzogen ist. Wieweit eine Verflachung des Beckens gegen Südwesten stattfindet, kann vom engeren Gebiet aus nicht beurteilt werden, es sind erst weitere stratigraphische Untersuchungen notwendig.

Anhang.

Die Fleckenkalke des Lias-Gamma.

Nachdem sich die vorhergehenden Beschreibungen immer nur mit den Angaben: Die Bank ist fleckig, oder sie ist fleckig und besitzt eine verschwemmte Fleckenlage, begnügen mußten, so soll jetzt auf die Ausbildung der Flecken etwas näher eingegangen werden. Die Form dieser Flecken ist sehr verschieden. Es gibt eigentlich nur eine typische und sich immer wiederholende Ausbildung der Flecken, nämlich in Gestalt von U-förmigen Röhren (besonders schön in den Fleckenkalkbänken II und III). In der Literatur werden diese Gebilde gern mit dem Namen „Arenicoloides" belegt. Die Urheber dieser zuletzt angegebenen Art von Flecken glaubt man entweder in Würmern („Arenicola") oder in Krebsen („Corophium") gefunden zu haben. Einnerlei, ob Krebs oder Wurm, es sei jetzt nur auf die Eigentümlichkeit und innere Beziehung der einzelnen Flecken Wert gelegt. Ein Mittel zur Lösung derartiger Probleme besitzen wir in der mikroskopischen Untersuchung. Dabei läßt sich feststellen, daß die Flecken nichts anderes als Pyritanhäufungen mit

etwas Bitumen-Gehalt sind. Eine einfache chemische Reaktion läßt uns vielleicht tiefer in den inneren Bau eindringen und vermag sogar eine gewisse Beziehung der einzelnen Flecken zueinander festzustellen.

Bringt man ein Stück eines Fleckenkalkes in Salzsäure, so löst sich bekanntlich der Kalk unter Bildung von Kohlensäure auf. Hat die Salzsäure eine zeitlang eingewirkt, so nimmt man den Fleckenkalk wieder heraus. Im ersten Augenblick wird man etwas erstaunt sein, denn wohl hat sich das Volumen des Kalkes infolge der Einwirkung der Salzsäure etwas reduziert, aber anstelle der ursprünglich mehr oder weniger glatten Oberfläche des Kalkes befinden sich überall hohle Röhren mit Verzweigungen, die wie kahle Bäume emporragen, und zwar überall dort, wo ursprünglich schwarze Flecken waren. Nur die Anordnung und die Häufigkeit der Röhren innerhalb der schwarzen Flecken ist verschieden. Die Anordnung der Röhren, z. B. bei den sogenannten „Arenicoloides", ist eigentümlich und einzigartig. Die hohlen Röhren stellen sich in diesem Fall an der Außenseite der schwarzen Flecken ringsherum, aber nicht eine neben die andere, sondern sie sind gegenseitig durch Verzweigungen miteinander verbunden und säumen dadurch das Ganze ein. Die Zone innerhalb dieser Umgrenzung kann ebenfalls noch solche Röhren enthalten. Aber diese sind nicht so kunstvoll angeordnet, sondern sie liegen meistens ganz wahllos zerstreut darin. Die Art der Verzweigung der Röhren läßt nicht auf Wurmröhren schließen, sondern die Urheber dieser problematischen Gebilde können, wie es in entsprechender Weise Rothpletz meint, Hornschwämme sein.

Wie verhalten sich die übrigen nicht U-förmigen Flecken? Das Endprodukt der Salzsäure-Reaktion ist auch bei diesen genau dasselbe wie bei „Arenicoloides", nur daß an Stelle von vielen, nach einem gewissen Prinzip angeordneten Röhren meistens nur eine oder mehrere Röhren auftreten. Diese Röhren weisen genau die gleichen Eigenschaften auf wie die bei „Arenicoloides". Aus diesen Tatsachen muß man doch unbedingt schließen, daß die Flecken trotz der äußerlich verschiedenen Ausbildung, ihrer Entstehung nach alle auf ein und dieselbe Art zurückzuführen sind. Die einen („Arenicoloides") sind noch vollständig oder vielleicht noch vollständiger erhalten als die nur als Bruchstücke zu betrachtenden anderen Flecken.

Was verstehen wir nun unter einer verschwemmten Fleckenlage? Diese Bezeichnung habe ich, wie früher angeführt, einer Zone gegeben, die sich erstens durch ihre ganz dunkelblaue bis schwarze Farbe abhebt und zweitens bei näherem Zusehen aus lauter ganz dichtgedrängten Flecken besteht. Beim Anschleifen einer solchen Zone zeigt sich meistens eine ganz willkürliche Anordnung der Flecken, höchstens könnte man mitunter von einer Kreuzschichtung dieser Fleckenlage reden. Behandelt man diese Zone ebenfalls mit Salzsäure, so zeigt sie in ganz übereinstimmender Weise wie vorher

auch an Stelle der Flecken hohle Röhren. Aber alle Röhren sind ungeordnet durcheinander geworfen. Eine solche Fleckenlage machte auf mich den Eindruck, als ob sich die Röhren nicht auf primärer, sondern auf sekundärer Lagerungsstätte befänden — daher auch die Namengebung einer verschwemmten Fleckenlage. In dieser Ansicht wurde ich noch dadurch bestärkt, daß in Kirchheim gleichzeitig mit der Fleckenlage Konglomerateinlagerungen auftreten. Ohne Zweifel ist dies ein Beweis für nicht gerade ruhiges Wasser, sondern deutet auf gewisse Strömungserscheinungen hin.

Zum Schluß ist es mir ein Bedürfnis, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. R. Wedekind in Marburg, für seine überaus vielseitigen und wertvollen Anregungen und Ratschläge tiefgefühltesten Dank auszusprechen. Ebenso danke ich Herrn Assistent Dr. K. Tripp dafür, daß er mir stets mit Rat und Tat beistand.

Profile des Lias Gamma

Balingen (Zementbruch).

O/U	
10 cm	blauer Kalk, Bel. paxillosus und clavatus, Amaltheus margaritatus.
50—60 cm	blaue blättrige tonige Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Amaltheus margaritatus.
8—10 cm	blauer Kalk, Bel. paxillosus und clavatus.
35—40 cm	blaue blättrige, tonige Mergel Bel. paxillosus und clavatus.
12—15 cm	blauer Kalk, etwas fleckig, Bel. paxillosus und clavatus.
50 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Amaltheus margaritatus.
8—10 cm	blauer Kalk, etwas fleckig, verwittert rotbraun, Bel. paxillosus und clavatus.
25 cm	blaue blättrige Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Amaltheus margaritatus.

Lias-Gamma	
22—25 cm	hellgrauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun, Bel. paxillosus und clavatus, Deroceras Davoei. Muschelsplitter.
55—65 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
6—14 cm	blauer Kalk, fleckig, Bel. paxillosus und clavatus.
25 cm	braungelb verwitterte graue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
10—12 cm	blauer Kalk, fleckig, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis, Deroceras Davoei, Bank verwittert rotbraun.
70—75 cm	dunkelblaue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
10—14 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun, Bel. paxillosus und clavatus.
90—95 cm	dunkelblaue blättrige Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Pentacrinus basaltiformis.

15 cm graublauer Kalk, fleckig, verwittert gelb bis rotbraun, geht zum Teil über in verfestigte Mergel. Bel. paxillosus.

95—100 cm dunkelblaue blättrige Mergel, Bel. paxillosus, Pentacrinus basaltiformis und subangularis, Uptonia Jamesoni, Cycloceras Maugenesti, Ammonites pettos, Terebratula numismalis.

22—25 cm sehr harter, hellgrauer bis bläulicher Kalk, verwittert rotbraun. Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Uptonia Jamesoni.

40 cm dunkelblaue blättrige Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus, Bel. paxillosus.

10—12 cm grauer Kalk.

60—70 cm dunkelblaue blättrige Mergel, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Uptonia Jamesoni.

8—10 cm blauer Kalk, verwittert rotbraun, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis.

110—120 cm dunkelblaue blättrige Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Pecten priscus.

45—50 cm hellgrauer Kalk, Arenicoloides, die Bank zerfällt in zwei Bänke, und zwar die untere Bank mit einer Mächtigkeit von ca. 35 cm und die obere mit einer von ca. 10 cm. Den Trennungsstrich der zwei Bänke stellt eine verschwemmte Fleckenlage dar. Die ganze Bank ist zum Teil mit Calcit überkrustet. Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa, Terebratula numismalis.

70 cm blaue Mergel, Liparoceras Taylori, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.

35 cm hellgrauer Kalk, fleckig, geht gegen oben in eine verschwemmte Fleckenlage über. Horizont verwittert rotbraun, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus, Oxytoma inaequivalvis, Zwergfauna.

50—60 cm dunkelblaue Mergel, Gryphaea cymbium, Pecten priscus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Bel. paxillosus, Zwergfauna.

35—40 cm dunkelblauer flaseriger Kalk, Geodeneinlagerung an der Unterseite der Bank. Spiriferina verrucosa, Pecten priscus, Terebratula numismalis, Gryphaea cymbium, Ophioceras raricostatum.

Engstlatt.

O/U	
12—15 cm	blauer Kalk, etwas fleckig, verwittert rotbraun.
100—110 cm	dunkelblaue Mergel, verwittern gelbbraun, Uptonia Jamesoni, Cycloceras Maugenesti, Platypleuroceras natrix, Terebratula numismalis, Bel. paxillosus.
10—15 cm	blauer Kalk, etwas fleckig, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis.
100 cm	dunkelblaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Cycloceras Valdani, Nautilus aratus, Pentacrinus basaltiformis, Terebratula numismalis, Bel. paxillosus.
15—20 cm	blauer Kalk, etwas fleckig, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
40—45 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus.
15 cm	blauer Kalk, verwittert rotbraun.
60 cm	dunkelblaue Mergel, zum Teil verfestigt, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Terebratula numismalis, Bel. paxillosus.
110—120 cm	dunkelblaue blättrige Mergel, verwittern hellgrau, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Terebratula numismalis, Bel. paxillosus.
50 cm	hellgrauer bis blauer Kalk, Arenicoloides, die Bank zerfällt in zwei Bänke, wovon die obere Bank 12—15 cm und die untere 35 cm mißt. Die verschwemmte Fleckenlage tritt wieder zwischen den beiden Kalkbänken auf. Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.

Hechingen (Judenfriedhof).

O/U	
40 + cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus.
20 cm	blauer Kalk, fleckig, Pentacrinus basaltiformis, Rhynchonella rimosa.
35 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix.
10—15 cm	verfestigte Mergel, verwittern rotbraun, Bel. paxillosus.
55 cm	graublaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus, Pecten priscus, Rhynchonella rimosa, Terebratula numismalis.

8—10 cm	hellgrauer Kalk, verwittert rotbraun.
110—120 cm	blaue blättrige Mergel, gegen unten etwas verfestigt, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus.
40 + cm	blauer Kalk, Arenicoloides, die Bank besteht aus zwei Bänken, die Mächtigkeit der oberen beträgt 12 bis 15 cm, die Mächtigkeit der unteren Bank 25 + cm. Die Verwitterungsrinde der ganzen Bank ist rotbraun. Zum Teil ist der Kalk mit Calcit überkrustet. Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.

Hechingen II (im Nordwesten).

O/U	
10 cm	verwitterte Kalkbank, etwas fleckig.
90—100 cm	bläuliche Mergel.
20—25 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun, Bel. paxillosus.
30—35 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa, Terebratula numismalis.
15—20 cm	hellblauer Kalk, zum Teil übergehend in verfestigte Mergel, Bel. paxillosus.
50 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Ammonites pettos, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
10 cm	hellgrauer Kalk, verwittert rotbraun.
115 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
40—50 cm	blauer Kalk, Arenicoloides, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis. Die Bank zerfällt in zwei Bänke.
70 cm	blaue Mergel, zum Teil etwas verfestigt, Bel. paxillosus (Anhäufungen), Pecten priscus, Rhynchonella rimosa, Terebratula numismalis, Gryphaea cymbium, unbestimmbare Ammonitenreste.
25—30+ cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert, rotbraun, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.

Mössingen.

O/U	
18—25 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert gelb—rotbraun, Bel. paxillosus und clavatus, Pentacrinus basaltiformis, Terebratula numismalis.
8—15 cm	hellgraue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.

10—12 cm	graublauer Kalk, fleckig, gelb—rotbraun, Bel. paxillosus und clavatus, Pentacrinus basaltiformis, Rhynchonella rimosa.
30 cm	hellgraue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
10—12 cm	graublauer Kalk, fleckig, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
40 cm	hellgraue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
10 cm	grauer Kalk, fleckig, verwittert gelb bis rotbraun.
60—65 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
8—12 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis, Pentacrinus basaltiformis.
30—40 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Phylloceras ibex.
8—10 cm	blauer Kalk, zum Teil übergehend in verfestigte Mergel.
80 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pentracrinus basaltiformis.
15—20 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.
120—130 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus.
15—20 cm	Kalk, zum Teil übergehend in verfestigte Mergel.
60—70 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
10 cm	blauer Fleckenkalk.
80—90 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
25 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun, besitzt an der Oberkante eine verschwemmte Fleckenlage.
40—45 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
15 cm	blauer Kalk, geht zum Teil in verfestigte Mergel über.
55—60 cm	blaue Mergel, zum Teil etwas verfestigt, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
10—12 cm	blauer Kalk.
130 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus.
50 cm	graublauer Kalk, Arenicoloides, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis. Die Bank zerfällt in 2 Bänke.

75—80 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis.
7—10 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.
30—32 cm	blauer Kalk, verwittert rotbraun, Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa.
50 cm	blaue Mergel, Gryphaea cymbium, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Pecten priscus.
40 cm	dunkelrauchgrauer flasriger Mergelkalk. Bel. paxillosus, Spiriferina verrucosa. Terebratula numismalis. Das Liegende dieser Bank bilden dunkelblaue bis schwarze fette Tone mit Ophioceras raricostatum.

Ofterdingen (rechts an der Straße Ofterdingen Dußlingen).

O/U	
12 cm	blauer Kalk, verwittert rotbraun.
125—130 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
12—15 cm	blauer Kalk, zum Teil in verfestigte Mergel übergehend.
60 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus.
12 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.
90—100 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus, Pentacrinus basaltiformis, Terebratula numismalis.
20—22 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.
40—45 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus.
12—15 cm	blauer Kalk, geht zum Teil in verfestigte Mergel über, verwittert rotbraun.
55—60 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus.
10—12 cm	blauer Kalk, verwittert rotbraun.
140—150 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa, Terebratula numismalis.
15 cm	hellblauer Kalk, Arenicoloides.
40 cm	hellblauer Kalk, Arenicoloides, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
50 + cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.

Hinterweiler.

O/U	
8—10 + cm	hellgraue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
10 cm	graublauer Kalk.
35—40 cm	hellgraue Mergel, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
15—20 cm	blauer Kalk, fleckig, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus.
55—60 cm	graublaue Mergel, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
10 cm	dunkelblauer Kalk, fleckig.
30—35 cm	graublaue Mergel, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
10 cm	dunkelblauer Kalk, fleckig.
30—35 cm	graublaue Mergel, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.

Lias-Gamma	
15—20 cm	blauer Kalk, fleckig, Deroceras Davoei, Amaltheus margaritatus, Inoceramus nobilis, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
40 cm	hellgraue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
10 cm	graublauer Kalk, fleckig.
35—40 cm	hellgraue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
7—10 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.
45 cm	graue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
10—12 cm	grauer Kalk, etwas fleckig, verwittert rotbraun.
40—45 cm	graue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
8—12 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.
80—90 cm	graue Mergel, verwittern gelbbraun, wie sämtliche darüber folgende und gehen gegen unten in dunkelblaue Mergel über. Es finden sich Kalkgeoden eingelagert. Phylloceras ibex, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani (zum Teil nach Bertsch), Bel. paxillosus und clavatus.
12—15 cm	blauer Kalk, etwas fleckig, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis.
130 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus.

15—20 cm verfestigte Mergel, verwittern rotbraun, Uptonia Jamesoni, Bel. paxillosus.

55 cm blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, paxillosus, Terebratula numismalis.

10—15 cm blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.

100 cm blaue Mergel, zum Teil etwas verfestigt, Uptonia, Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.

25—30 hellblauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.

110 cm blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus.

10 cm blauer Kalk, verwittert rotbraun.

130—150 cm blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus.

55 cm hellblauer Kalk, Arenicoloides, zerfällt in zwei Bänke.

70—80 cm blaue Mergel, Liparoceras Taylori, Bel. paxillosus, Gryphaea cymbium, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pentacrinus basaltiformis.

33 cm blauer Kalk, zerfällt in zwei Bänke von 15 und 18 cm Mächtigkeit. Oben eine verschwemmte Fleckenlage.

Das Liegende dieser 33 cm mächtigen Kalkbank bilden dunkelblaue Mergel mit Gryphaea cymbium.

Hinterweiler II (Bachprofil).

(An der Straße Gomaringen Tübingen.)

30—35 cm blauer Kalk, fleckig, zerfällt in zwei Bänke und besitzt oben eine verschwemmte Fleckenlage.

50 cm dunkelblaue blättrige Mergel, Gryphaea cymbium, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Ammonites armatus nodogigas (Gryphaeenhorizont).

35—40 cm dunkelblauer flaseriger Kalk mit Spiriferina verrucosa, Gryphaea cymbium, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pentacrinus basaltiformis.

Lias-Beta

30 cm dunkelblaue bis schwarze fette Tone mit Ophioceras raricostatum.

Dußlingen (Steinlachburg).

O/U	
70 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa.
10 cm	graublauer Kalk, verwittert rotbraun.
120—150 cm	blaue Mergel, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus, Uptonia Jamesoni und Platypleuroceras natrix.
50—55 cm	hellblauer Kalk, fleckig, Arenicoloides. Die Bank zerfällt in zwei Bänke.
30 + cm	blaue blättrige Mergel, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.

Ohmenhausen (am Nordostausgang).

O/U	
15 cm	blauer Kalk, etwas fleckig.
120—130 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus.
22—25 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.
90—95 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
8—10 cm	blauer Kalk, verwittert rotbraun.
120—130 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus.
40—50 cm	hellblauer Kalk, fleckig, Arenicoloides. Die Bank zerfällt in zwei Bänke. Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
60 + cm	blaue Mergel.

Ein weiteres Profil in Ohmenhausen zeigt genau dieselben Schichten mit fast der gleichen Mächtigkeit. Ich halte es für unnötig, dieses auch noch anzugeben.

Nürtingen (Zementbruch).

O/U	
20 cm	dunkelblauer Kalk, fleckig, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus.
60 cm	hellgraue bis gelbe Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
10 cm	dunkelblauer Kalk, etwas fleckig, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.

40 cm	hellgraue bis gelbe Mergel, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus.

Lias-Gamma

20—25 cm	hellblauer Kalk, fleckig, Deroceras Davoei, Bel. paxillosus und clavatus.
60 cm	gelbbraune Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
4—8 cm	blauer Kalk, fleckig.
40 cm	gelbbraune Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
8—12 cm	blauer Kalk, fleckig.
20—25 cm	gelbliche Mergel, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
10—12 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert gelbbraun.
40—45 cm	gelbe bis hellgraue Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.
10 cm	graublauer Kalk, fleckig, Bel. paxillosus und clavatus.
50 cm	blaue Mergel, gehen gegen oben in gelb bis gelbbraune Mergel über. Bel. paxillosus und clavatus.
8—12 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert gelbbraun.
70 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Pentacrinus basaltiformis.
14—18 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun.
180—200 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus, Pentacrinus basaltiformis.
10—16 cm	graublauer Kalk, etwas fleckig, verwittert rotbraun.
100—110 cm	dunkelblaue blättrige Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus.
25—30 cm	blauer Kalk, fleckig, besitzt oben eine verschwemmte Fleckenlage, verwittert rotbraun.
110 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Bel. paxillosus.
10—12 cm	blauer Kalk.
110 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Oxynoticeras numismalis, Bel. paxillosus.
150 cm	hellblauer Kalk, fleckig, Arenicoloides.
80—85 cm	blaue Mergel, Liparoceras Taylori, Oxynoticeras numismalis, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Pecten priscus.
25—30 cm	hellblauer Kalk, fleckig, besitzt an der Oberkante eine verschwemmte Fleckenlage.

80 cm dunkelblaue Mergel, Oxynoticeras numismalis, Ammonites armatus nodogigas, Gryphaea cymbium, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Spiriferina verrucosa, Pecten priscus.

Das Liegende dieser Mergel bilden dunkelblaue bis schwarze blättrige, fette Tone mit Ophioceras raricostatum.

Kirchheim (Zementbruch).

O/U

200 cm dunkelblaue blättrige Tone, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus.

15—20 cm dunkelblauer Kalk, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus (Amaltheenbank).

100 cm dunkelblaue blättrige tonige Mergel, Amaltheus margaritatus und Belemniten.

8—10 cm dunkelblauer Kalk.

20—25 cm dunkelblaue blättrige tonige Mergel.

0—5 cm hellgrauer Kalk.

25 cm blaue tonige Mergel, Bel. paxillosus und clavatus.

5—10 cm grauer Kalk, Bel. paxillosus und clavatus, Amaltheus margaritatus.

20 cm blaue tonige Mergel.

0—8 cm hellgrauer Kalk.

65 cm blaue tonige Mergel, Amaltheus margaritatus.

7—15 cm blauer Kalk.

55—60 cm blaue blättrige Mergel, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus.

10—13 cm graublauer Kalk.

20—30 cm blaue blättrige tonige Mergel, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus.

15—22 cm dunkelblauer Kalk, fleckig, Konglomerateinlagerung, Bel. paxillosus und clavatus.

50 cm blaue Mergel, Deroceras Davoei, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus.

8—10 cm dunkelblauer Kalk, fleckig, Bel. paxillosus u. clavatus.

20—25 cm blaue Mergel, Amaltheus margaritatus, Terebratula numismalis, Bel. paxillosus und clavatus.

Lias-Gamma

20—25 cm graublauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun, Einlagerung von Konglomerat, Deroceras Davoei, Amaltheus margaritatus, Bel. paxillosus und clavatus.

60 cm blaue Mergel, Amaltheus margaritatus, Terebratula numismalis, Bel. paxillosus und clavatus.

8—10 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert gelbbraun, Deroceras Davoei, Terebratula numismalis.
30—35 cm	blaue Mergel, verwittern gelbbraun, Amaltheus margaritatus spec., Bel. paxillosus und clavatus.
10—14 cm	graublauer Kalk, etwas fleckig, verwittert rotbraun, Deroceras Davoei, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis, Pentacrinus basaltiformis.
30 cm	blaue Mergel, verwittern gelbbraun, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
12—18 cm	graublauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun, Deroceras Davoei, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis.
40 cm	blaue Mergel, verwittern gelbbraun, Bel. paxillosus und clavatus.
8—14 cm	graublauer Kalk, fleckig.
45 cm	blaue Mergel, verwittern gelbbraun, Bel. paxillosus und clavatus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
12—15 cm	blauer Kalk, verwittert rotbraun.
50—60 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
15 cm	graublauer Kalk, etw. fleckig, Pentacrinus basaltiformis.
150—170 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus.
12—15 cm	blaugrauer Kalk, etwas fleckig, verwittert rotbraun, besitzt oben eine verschwemmte Fleckenlage.
100 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti und Valdani, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa.
25—30 cm	blauer Kalk, fleckig, verwittert rotbraun, besitzt oben eine verschwemmte Fleckenlage.
100—105 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Oxynoticeras numismalis, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Rhynchonella rimosa, Pecten priscus.
15—20 cm	blauer Kalk.
90 cm	blaue Mergel, Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Pecten priscus.
50 cm	hellblauer Fleckenkalk, Arenicoloides, besitzt eine verschwemmte Fleckenlage, Terebratula numismalis, Bel. paxillosus.

Kirchheim (Lindachbett).

25 + cm	hellblauer Fleckenkalk, Arenicoloides.
45 cm	blaue Mergel, oben drei verfestigte Mergelkalkbänke eingelagert, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis.
25—30 cm	hellgrauer Kalk, fleckig, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis.
25 cm	blaue Mergel, zum Teil etwas verfestigt, Gryphaea cymbium, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Oxynoticeras numismalis.
20—25 cm	dunkelblauer flasriger Kalk, Spiriferina verrucosa, Bel. paxillosus, Terebratula numismalis, Pecten priscus, Ammonites armatus nodogigas.

Lias-Beta

160 cm	blaue bis schwarze blättrige Tone mit Ophioceras raricostatum. Teilweise greifen die Betatone noch in die Kalkbank von Unter-Gamma (Grenzbank Beta-Gamma) herein, d. h. beide verzahnen sich.

Lebenslauf.

Als Sohn des damaligen Hauptlehrers Rapp und seiner Ehefrau Martha geb. Reiff, bin ich, Erich Rapp, am 23. Oktober 1903 in Stuttgart geboren. Ich besuchte die Friedrich-Eugens-Oberrealschule daselbst und legte im Jahre 1924 die Reifeprüfung ab.

Vom Sommersemester 1924 bis zum Sommersemester 1926 einschließlich studierte ich an der Techn. Hochschule Stuttgart Naturwissenschaften, insbesondere Geologie, vom Wintersemester 1926/27 an bis zum Sommersemester 1927 einschließlich an der Universität Tübingen hauptsächlich Geologie, vom Wintersemester 1927/28 an bis zum Wintersemester 1928/29 einschließlich an der Techn. Hochschule Stuttgart und zwar die beiden letzten Semester in Stuttgart als Gasthörer. Vom Wintersemester 1928/29 bis zum Wintersemester 1930/31 einschließlich arbeitete ich für mich. Vom Wintersemester 1930/31 bis zum Sommersemester 1931 einschließlich studierte ich an der Universität Marburg Naturwissenschaften, insbesondere Geologie.

Das Rigorosum bestand ich am 29. Juli 1931. Seitdem halte ich mich in Stuttgart auf.

Meine akademischen Lehrer waren

in Stuttgart: Bräuhäuser, Harder, Küster, Lakon, Rauther, Regener, Reichenbach, Sauer, Schmidt, Vollrath, Wepfer, Wilke-Dörfurt, Wunderlich, Ziegler.

in Tübingen: Harms, Hennig, Jessen, Lehmann, Oehlkers, Stolte, Uhlig, Zimmermann.

in Marburg: Claussen, Meerwein, Wedekind.

Ihnen allen bin ich zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

Ammon, L. V.: Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Passau, München 1875.

Begleitworte zur württembergisch-geologischen Spezialkarte 1 : 50000. Blätter: Kirchheim, Tübingen, Balingen.

Bertsch, H.: Über die Cephalopoden des schwäbischen Lias. Dissert. Tübingen 1878.

Burkhardtsmaier, H.: Die geologische Gliederung der Umgegend von Betzingen-Reutlingen, Jahreshefte des Vereins für Vaterl. Naturkunde 1909.

Bückle, E.: Die geologische Gliederung des mittleren Steinlachtales. Diss. Tübingen 1913.

Christensen, E.: Neue Beiträge zum Bau der Belemniten. Neues Jahrbuch L. I. Beil. Bd. 1925.

Dietz, A.: Untersuchungen über die Lobenlinien der Ammoniten des Lias-Alpha bis Gamma.

Engel, Th.: Geognostischer Wegweiser durch Württemberg.

Frank, M.: Lias-Alpha in Schwaben. Ber. und Mitteilungen des Oberrheinisch-geolog. Vereins 1925, Heft 1.

Frank, M.: Beiträge zur Kenntnis des Lias-Beta in Nordbayern, Zentralbl. f. Min. etc. 1926.

Frebold, H.: Über cyklische Meeressedimentation, Leipzig 1925.

Frebold, H.: Die stratigraphische Stellung des Lothringer Lias. Neues Jahrbuch f. Min. etc. Beilagenband L. III. 1926.

Frebold, H.: Die palaeogeographische Analyse der epirogenen Bewegungen und ihre Bedeutung für die Stratigraphie. Geolog. Arch. 1927.

Hennig, E.: Geologie von Württemberg. Berlin 1923.

Issler, A.: Beiträge zur Stratigraphie und Mikrofauna des Lias in Schwaben. Palaeontographika L. V.

Klüpfel, W.: Der Lothringer Jura. Jahresbuch der Preuß. Geol. Landesanstalt 1921.

Müller, H.: Der tektonische Bau der Umgebung von Hechingen.

Naef, A.: Die fossilen Tintenfische.

Oppel: Der Jura des südwestl. Deutschlands, Englands, Frankreichs usw.

Oppel: Der mittlere Lias Schwabens.

Pompecky, J. F.: Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Regensstauf. Geogn. Jahresh. 1901.

Quenstedt: Die Ammoniten des schwäbischen Jura 1885.

Quenstedt: Das Flözgebirge Württembergs.

Quenstedt: Der Jura, Tübingen 1858.

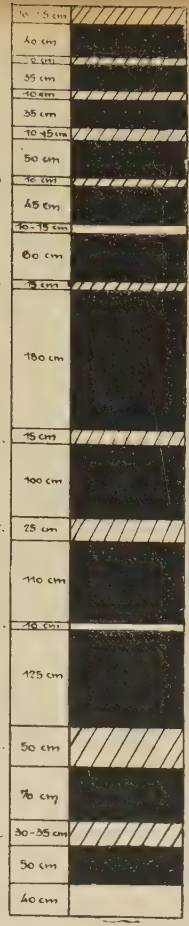
Schalch, F.: Die Gliederung der Liasformation des Donau-Rheinzuges. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1880, Band I.

Stolley, E.: Die Belemniten der nordd. unteren Kreide 1911.

Vollrath, P.: Die Liastransgression zwischen schwäb. Alb und Schweizer Jura, Zentralbl. f. Min.

Zittel, v.: Grundzüge der Palaeontologie. 1924.

Tafel I. Normalprofil des Lias-Gamma



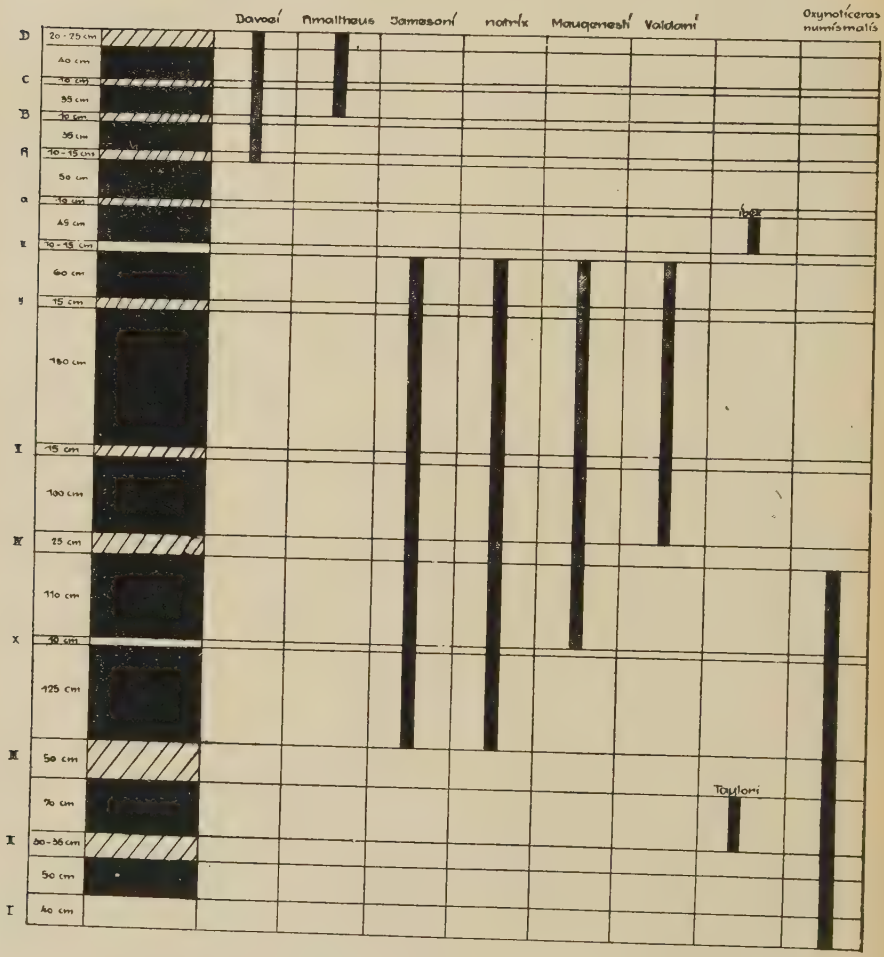
	Deroc. Davoei, Amaltheus margaritatus.	Bel. paxillosus, Pentacrinus basaltiformis Terebratula numismalis.	F. B. D
	Amaltheus margaritatus	Bel. paxillosus, Bel. clavatus, Terebr. numismalis.	
C	Deroc. Davoei	Bel. paxillosus, Bel. clavatus, Pentacrinus basaltiformis.	F. B. C
	Amaltheus margaritatus spec.	Bel paxillosus, Bel. clavatus, Terebr. numismalis.	
B	Deroc. Davoei	Bel. paxillosus, Bel. clavatus, Pentacrinus basaltiformis.	F. B. B
		Bel. paxillosus, Bel. clavatus, Terebratula numismalis.	
A	Deroc. Davoei	Bel. paxillosus, Bel. clavatus, Terebratula numismalis.	F. B. A
		Bel. paxillosus, Bel. clavatus, Terebratula numismalis.	
a		Bel. paxillosus, Bel. clavatus, Pentacr. basaltiformis.	F. B. a
	Phylloceras ibex	Bel. paxillosus, Bel. clavatus, Terebratula numismalis.	
Z			B. Z.
	Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Cycloceras Valdani.	Bel. paxillosus, Pentacr. basaltiformis u. subangularis, Rhynchonella rimosá, Terebr. numismalis	
Y			F. B. Y
	Uptonia Jamesoni Platypleuroceras natrix Cycloceras Maugenesti Cycloceras Valdani Ammonites pettos	Belemnites paxillosus Pentacr. basaltiformis u. subangularis Rhynchonella rimosa, Terebr. numismalis	
X		Bel. paxillosus. Terebratula numismalis	F. B. V
	Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti, Cycloceras Valdani, Nautilus aratus	Belemnites paxillosus Pentacr. basaltiformis u. subangularis Rhynchonella rimosa, Terebr. numismalis	
IV		Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa, Terebratula numismalis	F. B. IV
	Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Cycloceras Maugenesti. Ammonites pettos, Oxynoticeras numismalis.	Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa Terebratula numismalis	
X			B. K. X
	Uptonia Jamesoni, Platypleuroceras natrix, Ammonites pettos, Oxynoticeras numismalis.	Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa Tebratula numismalis	
III		Bel. paxillosus, Rhynchonella rimosa Terebratula numismalis	F, B. III
	Liparoceras Taylori, Oxynoticeras numismalis, Ammon. armatus nodogigas.	Pentacr. basaltiformis, Bel. paxillosus Tereb. numismalis, Oxytoma inaequivalvis, Pecten priscus	
II		Bel. paxillosus, Rhynchon. rimosa, Terebr. numismalis. Pecten prisc.	F. B. II
	Ammon. armatus nodogigas Oxynoticeras numismalis	Gryphaea cymvium, Belemnites paxillosus, Terebr. numismalis, Oxytoma inaequivalvis. Pecten priscus, Rhynchonella rimosa	
I	Ammon. armatus nodogigas Oxynoticeras numismalis	Spiriferina verrucosa, Bel. paxillosus, Terebr. numismalis, Oxytoma inaequivalvis, Pecten priscus, Rhynchonella rimosa	B. K. I

Fleckenkalk
Mergel

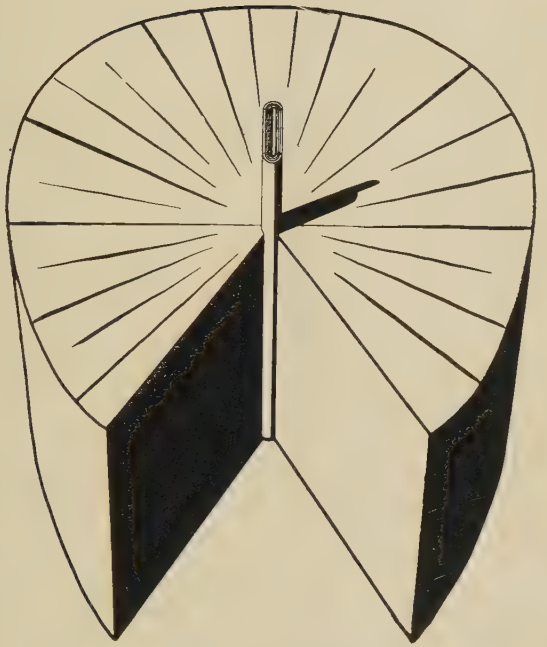
Höhe 1 : 100

Tafel II.

Vertikale Verbreitung der Ammoniten des Lias-Gamma



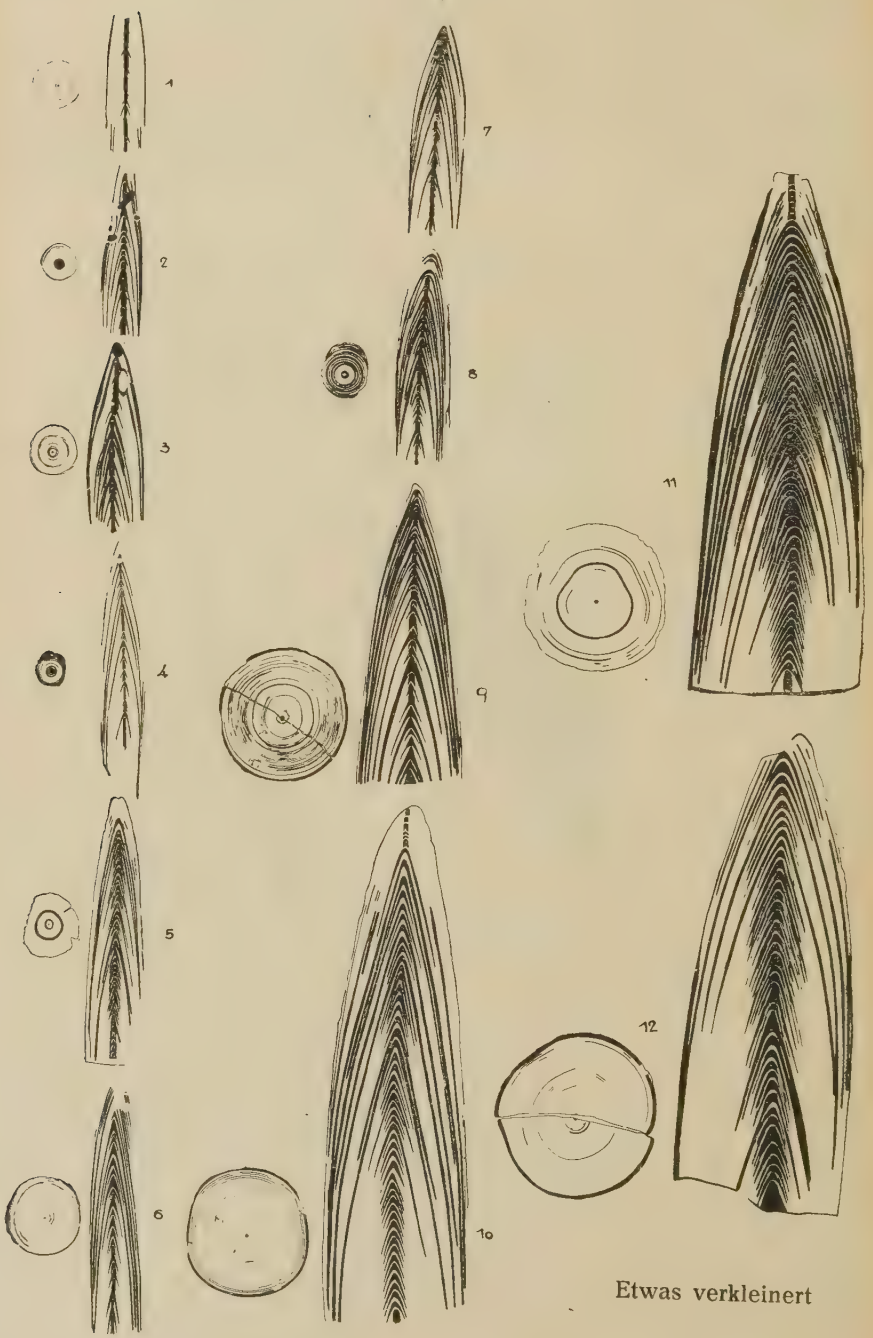
Tafel III.



Apikal-Kanal (schematisch).

Tafel IV.

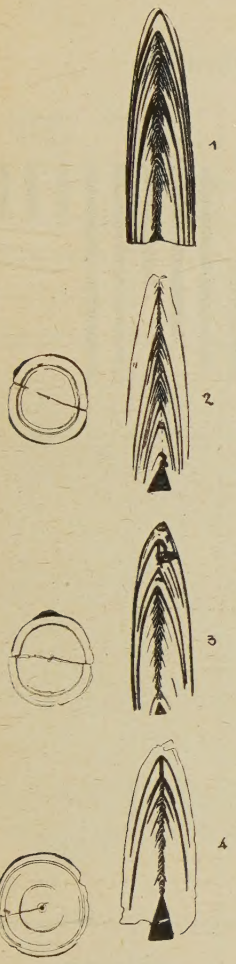
Belemnites paxillosus I. Reihe



Etwas verkleinert

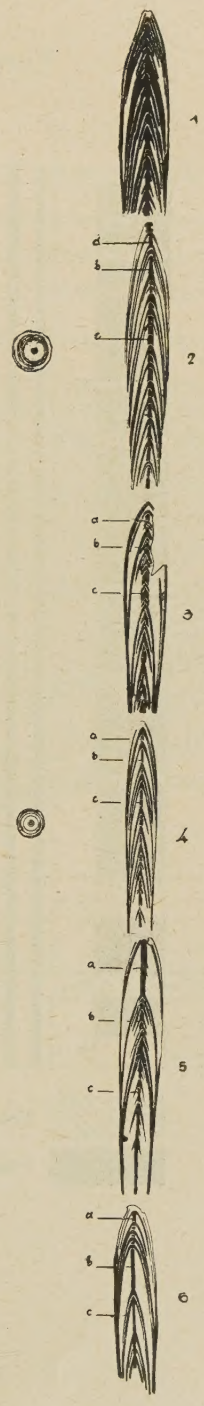
Tafel IV.

Belemnites naxillosus - I. Reihe.



Belemnites clavatus - I. Reihe

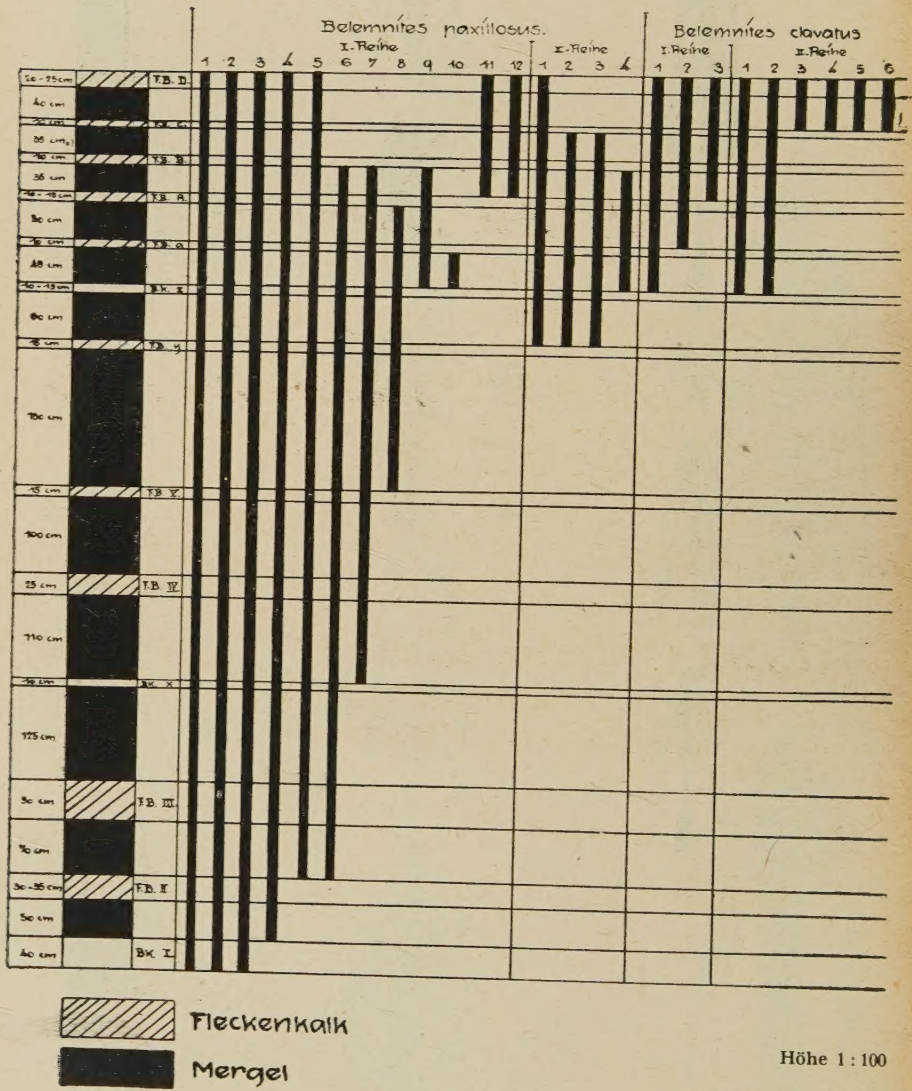
Belemnites clavatus
I. Reihe



Etwas verkleinert

Tafel V.

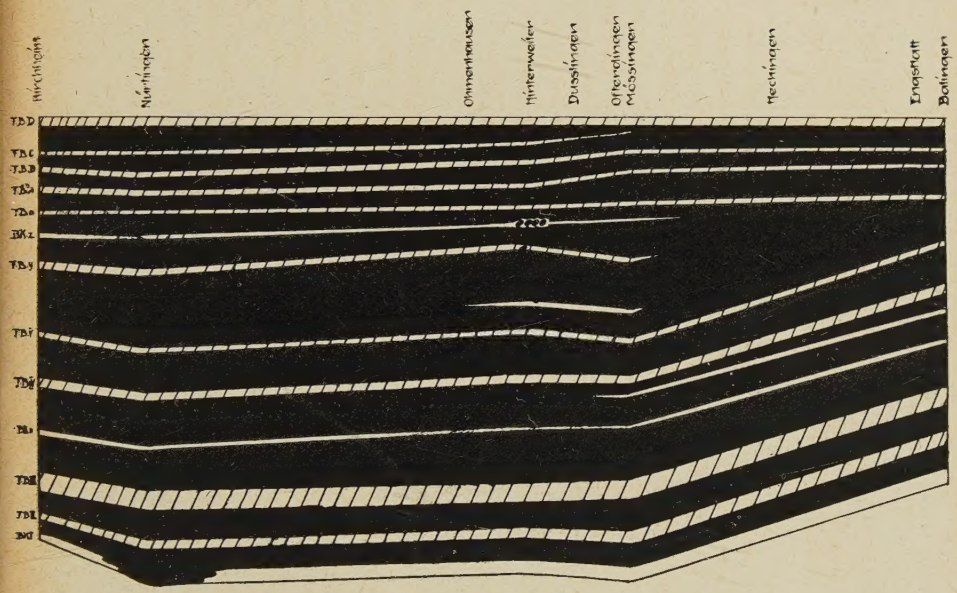
Vertikale Verbreitung der Belemniten



Höhe 1 : 100

Längsprofil des Lias-Gamma

Tafel VI.



Fleckenkalk

Mergel

Maßstab Länge 1 : 500 000.
Höhe 1 : 200.